
Instalación de gestión de relaves

Supervisión de la presa de arranque y la presa de arena

Informe técnico de instrumentación

17 noviembre 2021



Zayra Caballero

Preparado por:

Nicholas Mather

Revisado por:

EoR Doug Cooper

Aprobado por:

Índice

1. INTRODUCCION	5
2. ALCANCE DEL TRABAJO	6
3. PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO DE LOS TERRAPLENES.....	9
3.1. Presa de Arranque.....	9
3.2. Presa de Arena	10
4. MONITOREO	11
4.1. Piezometro & Casagrande.....	12
4.2. Celda de Asentamiento	56
4.3. Inclímetro	77
5. INSTRUMENTOS QUE EXCEDEN LOS VALORES DE DISEÑO O SON FALSOS.....	81
5.1. Piezómetros y Casagrande.....	81
5.2. Celdas de Asentamiento	82
5.3. Inclímetros.....	83
6. CONCLUSION	84

Lista de Tablas

Tabla 2 – 1: Frecuencia de Lectura de los Instrumentos (Cuadro 11-1 de 1824-363-M02-RPT-00002-R0) .	7
Tabla 2 – 2: Parametros de Instrumentación y (cuadro 11-2 de 1824-363-M02-RPT-00002-R0).....	8
Tabla 2 – 3: Nivles de umbral de Instrumentacion (cuadro 11-2 de 1824-363-M02-RPT-00002-R0)	8
Tabla 2 – 4: Materiales de Relleno en la Presa de Arranque (cuadro tomado de las especificaciones del TMF– Cuadro 4-1)	9
Tabla 4.1 – 1: Piezometro & Casagrande Grupos para la Presa Norte y Presa Este.....	12
Tabla 4.1 – 2: Piezometro & Casagrande Grupos en el Sector 1 de la Presa Norte	14
Tabla 4.1 – 3: Piezometro & Casagrande Grupos en el Sector 2 de la Presa Norte	21
Table 4.1 – 4: Piezometro & Casagrande Grupos en el Sector 3 de la Presa Norte	27
Tabla 4.1 – 5: Piezometro & Casagrande Grupos en el Sector 4 de la Presa Norte	30
Tabla 4.1 – 6: Piezometro & Casagrande Grupos en la Presa Este WRP 1	36
Tabla 4.1 – 7: Piezometro & Casagrande Grupos en la Presa Este WRP 2	41
Tabla 4.1 – 8: Piezometro & Casagrande Grupos en la Presa Este WRP 3	45
Tabla 4.1 – 9: Piezometro & Casagrande Grupos en la Presa Este WRP 5	49
Tabla 4.2 – 1: Grupos de Celdas de Asentamiento para la Presa Norte y Este	56
Tabla 4.2 – 2: Grupos de Celdas de Asentamiento en el Sector 1 Presa Norte	58
Tabla 4.2 – 3: Grupos de Celdas de Asentamiento en el Sector 2 Presa Norte	61
Tabla 4.2 – 4: Grupos de Celdas de Asentamiento en el Sector 3 Presa Norte	63
Tabla 4.2 – 5: Grupos de Celdas de Asentamiento en el Sector 4 Presa Norte	65
Tabla 4.2 – 6: Grupos de Celdas de Asentamiento en la Presa Este WRP1.....	68

Tabla 4.2 – 7: Grupos de Celdas de Asentamiento en la Presa Este WRP2.....	70
Tabla 4.2 – 8: Grupos de Celdas de Asentamiento en la Presa Este WRP3.....	73
Tabla 4.2 – 9: Grupos de Celdas de Asentamiento en la Presa Este WRP5.....	75
Tabla 4.3 – 1: Inclínometros en el Sitio	77
Tabla 4.3 – 2: Inclínometros I84-1 Desplazamiento Individuales.....	79
Tabla 5 – 1: VW Piezo. & Casagrande con niveles de umbral en rojo o considerados para reemplazo.....	82
Tabla 5 – 2: VW Celdas de Asentamiento arriba de los niveles de umbral en rojo o considerados para reemplazo	83
Tabla 5 – 3: Inclínometros con Niveles de Umbral Rojo o Considerados para reemplazo.....	83

Lista de figuras

Figura 4.1 – 1: Precipitación Diaria.....	12
Figura 4.1 – 2: ND Sector 1 Vista en Planta – Grupos de Instrumentos de Piezometro & Casagrande	14
Figura 4.1 – 3: ND S1 “P-A” Vista en Planta.....	15
Figura 4.1 – 4: ND S1 “P-A” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 1 en el Sector 1 ND).....	15
Figura 4.1 – 5: ND S1 “P-B” Vista en Sección.....	16
Figura 4.1 – 6: ND S1 “P-B” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 2 en el Sector 1 ND).....	16
Figura 4.1 – 7: ND S1 “P-C” Vista en Sección (1 de 3).....	17
Figura 4.1 – 8: ND S1 “P-C” Vista en Sección (2 de 3).....	17
Figura 4.1 – 9: ND S1 “P-C” Vista en Sección (3 de 3).....	18
Figura 4.1 – 10: ND S1 “P-C” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 3 en el Sector 1 ND).....	18
Figura 4.1 – 11: ND S1 “P-D” Vista en Sección	19
Figura 4.1 – 12: ND S1 “P-D” Gráfica Histórica de Monitoreo (Grupo 4 en el Sector 1 ND)	19
Figura 4.1 – 13: ND Sector 2 Vista en Planta - Grupos de Instrumentos de Piezometro & Casagrande ...	21
Figura 4.1 – 14: ND S2 “P-A” Vista en Sección (1 de 2)	22
Figura 4.1 – 15: ND S2 “P-A” Vista en Sección (2 de 2)	22
Figura 4.1 – 16: ND S2 “P-A” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 1 en el Sector 2 ND).....	23
Figura 4.1 – 17: ND S2 “P-B” Vista en Sección.....	23
Figura 4.1 – 18: ND S2 “P-B” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 2 en el Sector 2 ND).....	24
Figura 4.1 – 19: ND S2 “P-C” Vista en Sección	24
Figura 4.1 – 20: ND S2 “P-C” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 3 en el Sector 2 ND).....	25
Figura 4.1 – 21: ND Sector 3 Vista en Planta – Grupos de Instrumentos de Piezometro & Casagrande ..	26
Figura 4.1 – 22: ND S3 “P-A” Vista en Sección (1 de 2)	27
Figura 4.1 – 23: ND S3 “P-A” Vista en Sección (2 of 2)	28
Figura 4.1 – 24: ND S3 “P-A” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 1 en el Sector 3 ND).....	28
Figura 4.1 – 25: ND Sector 4 Vista en Planta – Grupos de Instrumentos de Piezometro & Casagrande ..	29
Figura 4.1 – 26: ND S4 “P-A” Vista en Sección.....	31
Figura 4.1 – 27: ND S4 “P-A” Gráfica de Monitoreo Histórica (Grupo 1 en el Sector 4 ND).....	31

Figura 4.1 – 28: ND S4 “P-B” Vista en Sección.....	32
Figura 4.1 – 29: ND S4 “P-B” Grafica de Monitoreo Historica (Grupo 2 en el Sector 4 ND).....	32
Figura 4.1 – 30: ND S4 “P-C” Vista en Sección	33
Figura 4.1 – 31: ND S4 “P-C” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 3 en el Sector 4 ND).....	33
Figura 4.1 – 32: ND S4 “P-D” Vista en Sección	34
Figura 4.1 – 33: ED WRP1 Vista en Planta - Grupo de Instrumentos de Piezometro & Casagrande	36
Figura 4.1 – 34: ED WRP1 “P-A” Vista de Sección	36
Figura 4.1 – 35: ED WRP1 “P-B” Vista de Sección	37
Figura 4.1 – 36: ED WRP1 “P-C” Vista en Sección.....	37
Figura 4.1 – 37: ED WRP1 “P-D” Vista en Sección	38
Figura 4.1 – 38: ED WRP1 “P-D” Vista en Sección	38
Figura 4.1 – 39: ED WRP1 Gráfica de Monitoreo Historica (Todos los Grupos)	39
Figura 4.1 – 40: ED WRP2 Vista en Planta – Grupo de Instrumentos de Piezometro & Casagrande	41
Figura 4.1 – 41: ED WRP2 “P-A” Vista en Sección	41
Figura 4.1 – 42: ED WRP2 “P-B” Vista en Sección.....	42
Figura 4.1 – 43: ED WRP2 Grafica de Monitoreo Historica (Todos los Grupos)	43
Figura 4.1 – 43: ED WRP3 Vista en Planta – Grupo de Instrumentos de Piezometro & Casagrande	44
Figura 4.1 – 44: ED WRP3 “P-A” Vista en Sección	45
Figura 4.1 – 45: ED WRP3 “P-A” Grafica de Monitoreo Historica (Grupo 1 en ED WRP3)	46
Figura 4.1 – 46: ED WRP3 “P-B” Vista en Seccion (PARTE 1 DE 2).....	46
Figura 4.1 – 47: ED WRP3 “P-B” Vista en Sección (PARTE 2 DE 2).....	47
Figura 4.1 – 48: ED WRP3 “P-B” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 2 en ED WRP3)	47
Figura 4.1 – 49: ED WRP5 Vista en Planta – Grupo de Instrumentos de Piezometro & Casagrande.....	48
Figura 4.1 – 50: ED WRP5 “P-A” Vista en Sección	49
Figura 4.1 – 51: ED WRP5 “P-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 1 en ED WRP5)	50
Figura 4.1 – 52: ED WRP5 “P-B” Vista en Seccion.....	51
Figura 4.1 – 53: ED WRP5 “P-B” Grafica de Monitoreo Historica (Grupo 2 en ED WRP5)	51
Figura 4.1 – 54: ED WRP5 “P-C” Vista en Seccion (1 de 2)	52
Figura 4.1 – 55: ED WRP5 “P-C” Vista en Seccion (2 de 2)	52
Figura 4.1 – 56: ED WRP5 “P-C” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 3 en ED WRP5)	53
Figura 4.1 – 57: ED WRP5 “P-D” Vista en Seccion (1 de 2)	54
Figura 4.1 – 58: ED WRP5 “P-D” Vista en Sección (2 de 2)	54
Figura 4.1 – 59: ED WRP5 “P-D” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 4 en ED WRP5)	55
Figura 4.2 – 1: Vista de Planta Sector 1 ND - Grupo de Instrumentos Celda de Asentamiento	57
Figura 4.2 – 2: ND S1 “S-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo en Sector 1 ND).....	58
Figura 4.2 – 3: Vista de Planta Sector 1 ND – Grupo de Instrumentos de Piezometro & Casagrande	59
Figura 4.2 – 4: Vista de Planta Sector 2 ND - Grupo de Instrumentos de Celda de Asentamiento	60
Figura 4.2 – 5: ND S2 “S-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo en Sector 2 ND).....	61
Figura 4.2 – 6: Vista de Planta Sector 3 ND – Grupo de Instrumentos Celda de Asentamiento	62
Figura 4.2 – 7: ND S3 “S-A” Grafica de Monitoreo Historica (Grupo en Sector 3 ND).....	63
Figura 4.2 – 8: Vista de Planta Sector 4 ND - Grupo de Instrumentos de Celda de Asentamiento	64
Figura 4.2 – 9: ND S4 “S-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo en Sector 4 ND).....	65

Figura 4.2 – 10:	ED WRP1 Vista de Planta – Grupo de Instrumentos de Celda de Asentamiento	67
Figura 4.2 – 11:	ED WRP1 “S-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo en ED WRP1)	68
Figura 4.2 – 12:	ED WRP2 Vista de Planta – Grupo de Instrumentos de Celda de Asentamiento	69
Figura 4.2 – 13:	ED WRP2 “S-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo en ED WRP2)	70
Figura 4.2 – 14:	ED WRP3 Vista de Planta – Grupo de Instrumentos de Celda de Asentamiento	72
Figura 4.2 – 15:	ED WRP3 “S-A” Grafica de Monitoreo Historica (Grupo en ED WRP3)	73
Figura 4.2 – 16:	ED WRP5 Vista de Planta – Grupo de Instrumentos de Celda de Asentamiento	74
Figura 4.2 – 17:	ED WRP5 “S-A” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 1 en ED WRP5)	75
Figura 4.2 – 18:	ED WRP5 “S-B” Gráfica de Monitoreo Historica (Grupo 2 en ED WRP5).....	76
Figura 4.3 – 1:	Inclinómetros en el Sector 1 & Sector 2 de la Presa Norte.....	77
Figura 4.3 – 2:	Inclinómetros en el Sector 3 & Sector 4 de la Presa Norte.....	78
Figura 4.3 – 3:	I84-1 Desplazamiento de Sector 1 ND	80

Lista de apéndices

Apéndice I	Tablas de resumen con las últimas lecturas del instrumento y los datos relacionados
Apéndice II	Vista en planta de instrumentos y secciones Vistas por tipo de instrumentos y grupos

1. INTRODUCCIÓN

La Instalación de Manejo de Relaves (TMF) es parte del Proyecto Cobre Panamá propiedad de First Quantum Minerals Ltd (FQML) y se encuentra en el distrito de Donoso en la provincia de Colón.

El TMF contendrá todos los relaves producidos durante los primeros 18 años de las Operaciones Mina que se lograrán a través de la construcción de terraplenes (inicialmente Norte y Este).

Los terraplenes consisten en Presas de Arranque, Presas de Arena y sus respectivos sistemas de drenaje.

Se ha instalado un Sistema de Instrumentación junto con la construcción de los terraplenes con el fin de mantener y mejorar la seguridad de la presa al proporcionar información completa y oportuna sobre el rendimiento general de la presa y su comportamiento en condiciones normales de operación.

La estrategia de Instrumentación TMF utilizada en cada una de las Fases de Instrumentación se basa en el monitoreo de las presas por sí mismas, los estribos de la presa y las pendientes de corte de tierra existentes asociadas con las presas (canales, entrada del túnel, salida del túnel).

Las fases de instrumentación uno (1) y dos (2) se instalaron durante la presa de arranque y la fase tres (3) se instalará durante la construcción de la presa de arena 2.

Este documento ha sido preparado para presentar información sobre la presión de los poros, el asentamiento y el desplazamiento durante las construcciones de los Terraplenes (y el funcionamiento de la presa de arranque) con base en las lecturas de los instrumentos tabuladas por el equipo de QA/QC.

2. ALCANCE DEL TRABAJO

El monitoreo de la instrumentación del TMF se basa en los siguientes instrumentos instalados:

- ❖ **Piezómetro de alambre vibratorio:** destinado a monitorear las presiones del agua de los poros dentro de los materiales de relleno y cimentación de los terraplenes.
- ❖ **Piezómetro Casagrande:** Instalado para monitorear los niveles de agua subterránea en sobrecarga y lecho rocoso. Además, se instalarán piezómetros de alambre vibratorio dentro de la tubería de PVC del piezómetro Casagrande para permitir el monitoreo automático.
- ❖ **Celda de asentamiento de alambre vibratorio:** instalada para medir las deformaciones verticales resultantes de la colocación del relleno del terraplén por encima de la base preparada.
- ❖ **Inclinómetro**
 - ✓ **Los inclinómetros verticales en** el lugar se instalan en o cerca de la parte superior de las pendientes de corte para medir los desplazamientos laterales en un plano paralelo a la pendiente descendente. Una sarta de sensor de inclinación está suspendida en la carcasa del inclinómetro.
 - ✓ **Los inclinómetros verticales estándar** se instalan en diques de terraplén para medir los desplazamientos laterales a lo largo de dos direcciones perpendiculares utilizando una sonda de inclinómetro móvil de 500 mm de largo. Los anillos magnéticos combinados con secciones telescópicas a lo largo de las carcasas del inclinómetro se instalan para medir la deformación vertical.
- ❖ **Placa de asentamiento:** Instalada para medir la deformación vertical resultante de la colocación del relleno del terraplén sobre la base preparada.
- ❖ **Barra de levantamiento:** Instalada para monitorear la magnitud y la tasa de deformaciones horizontales y verticales en los bancos de taludes cortados.

La frecuencia de las lecturas de los instrumentos se ha resumido en la Tabla 2.1; una vez que se implementa la recopilación de datos automatizada, la frecuencia puede aumentarse a la frecuencia documentada en el manual de la OMS.

Instrument Type	Reading Frequency (Minimum) ⁽¹⁾	
	Fill Placement within 300 m	No Fill Placement
Piezometers (VWP, Standpipes)	Weekly	Monthly
Settlement (Plate, Cells)	Monthly	Quarterly
Inclinometer	Bi-weekly	Monthly
Surface Monuments	Weekly	Monthly
Seepage	Twice Daily (data logger) Bi-weekly (data collection)	Daily (data logger) Bi-weekly (data collection)

Note:
1. Reading frequency is increased if instrument thresholds are exceeded. Instrument threshold values are discussed in Appendix XIII.

Tabla 2 – 1: Frecuencia de lecturas del instrumento (tabla 11-1 de 1824-363-M02-RPT-00002-R0)

Los parámetros de lectura de los instrumentos que deben indicar los niveles de umbral que representa cada lectura de instrumentos se dan en la Tabla 2.2 a continuación.

Componente	Parámetro	Ubicación	Nivel Verde	Nivel Amarillo	Nivel Naranja (Nuevo)	Nivel Rojo
Tubo piezométrico	Elevación piezométrica	Presa de arranque	· El nivel en el núcleo está 3 m o más por debajo del estanque · Nivel aguas abajo del núcleo dentro de la capa de drenaje o por debajo del nivel de drenaje positivo aguas abajo de la cuenca.	· Nivel en el núcleo a o menos de 3 m por debajo del nivel del estanque. · Nivel aguas abajo del núcleo < 1/6 de la cabeza hidráulica del estanque.	· Nivel en el núcleo a nivel del estanque. · Nivel aguas abajo del núcleo < 1/3 del cabezal hidráulico del estanque.	· Nivel en el núcleo a nivel del estanque o superior (otra fuente de agua). · Nivel aguas abajo del núcleo > 1/3 del cabezal hidráulico del estanque.
		Carcasa de la presa de arena	Dentro de la plataforma de roca estéril o dentro del drenaje de la manta (fuera del perímetro de la roca estéril)	En la parte superior del sistema de drenaje primario o dentro del drenaje de la manta	Dentro de 1 m por encima del sistema de drenaje (dentro del relleno de arena)	El nivel del agua es Y metros por encima del fondo de la arena de fondo donde: $Y = 1 + (\text{distancia desde la línea de la punta actual}) * 2.5\%$
		Base	Como se indica más arriba.	Como se indica más arriba.	Como se indica más arriba.	Como se indica más arriba.
	Relación de exceso de presión de poro (Bbar)	Base	Bbar < 0,1, con disipación	0,1 < Bbar < 0,2. Sin disipación	0,2 < Bbar < 0,3. Sin disipación	Bbar > 0,3; sin disipación incluso cuando la actividad de construcción se detuvo.
	Tasa piezométrica de aumento durante el mismo período (es decir, semanal).	Cimentación y relleno	Menor (<0.75) que el aumento en el nivel del estanque de relaves. La tasa de aumento es inferior a 0,5 m/semana (0,05 m/día).	Cerca de (0.75 a 1) el aumento en el estanque de relaves o la tasa de cambio es de más de 0.5 m entre lecturas (es decir, semanalmente). La tasa de aumento está entre 0,5 y 0,7 m/semana (0,05 m/d a 0,1 m/d)	Mayor (1 a 1.5) que el aumento en el estanque de relaves o el cambio es de más de 0.75 m entre lecturas (es decir, semanalmente). La tasa de aumento es de entre 0,7 y 1 m/semana (0,1 m/d a 0,15 m/d)	Mayor (>1,5) que el aumento en el nivel del estanque de relaves durante el mismo período o cambios >1 m entre lecturas (es decir, semanalmente). Tasa de aumento > 1 m/semana (0,15 m/día).
Liquidación	Acumulado en los últimos 12 meses		< 0,5 m	>0,5 m	>0,75 m	> 1 m.

	Incremental entre lecturas	< 50 mm/semana	> 50 mm/semana	> 75 mm/semana	> 100 mm/semana
Inclinómetro	Movimiento de desplazamiento acumulado a lo largo de un plano definido en los últimos 12 meses	< 25 mm	> 25 mm	>35 mm	>50 mm
	Desplazamiento incremental (movimiento a lo largo de un plano definido entre lecturas)	<10 mm	>10 mm	> 15 mm	> 20 mm
Monumento a la superficie	Desplazamiento acumulado en los últimos 12 meses	<0,3 m	>0,3 m	> 0,4 m	>0,5 m
	Desplazamiento incremental entre lecturas	<20 mm/semana	20 mm/semana	20 a 50 mm/semana	50 mm/semana
Filtración	Flujo y turbidez	Condiciones normales de filtración en el drenaje. No hay filtración en la pendiente.	Entre las condiciones normales y máximas de flujo en el drenaje. No hay filtración en la pendiente.	Condiciones de flujo casi máximas en el drenaje. No hay filtración en la pendiente.	Supera las condiciones de flujo máximo y las luces diurnas en la pendiente. La filtración es turbia con sedimentos suspendidos.
NOTA: Barra B Se refiere a la respuesta de la presión de poro a la carga de relleno y se define como la relación entre el cambio en la presión de poros medido en la punta y el cambio en la tensión vertical total debido a la colocación del relleno por encima de la punta.					

Tabla 2 – 2: Parámetros de instrumentación y (tabla 11-2 de 1824-363-M02-RPT-00002-R0)

Una vez que se identifiquen los parámetros y niveles umbral, se colocará un plan de acción y comunicación basado en lo indicado en la Tabla 2.3 a continuación.

Threshold Level	Definition	Action Plan	Communication Plan
Green	Measurements are within the normal range of values.	No additional action required.	Standard reporting.
Yellow	Measurements are beyond normal range of values but below Red threshold	- Repeat reading within 24 hours. - Increase instrument reading frequency to twice a week. - Visual inspection of the area, review of climate and activity in the area that could be potential cause of elevated reading.	Within 48 hours of reading: - Notify TMF management team. - Notify TMF construction team and advise them that construction activity may need to be suspended. - Send weekly reports of readings until drops to Green.
Red	Measurements exceed expected behaviour and indicate a potential embankment safety concern.	- Repeat reading within 12 hours. - Increase reading frequency to daily. - Increase reading frequency of nearby instruments to twice a week. - Suspend construction activity in the area. - Visual inspection of the area, review of climate and activity in the area that could be potential cause of elevated reading. - Ongoing daily visual inspections of the area.	Within 24 hours of reading: - Notify TMF management team. - Notify TMF construction team to suspend construction activity in the upstream, downstream areas or within 500 m laterally. - Send weekly reports of readings until drops to Green.

Tabla 2 – 3: Niveles de umbral de instrumentación (tabla 11-2 de 1824-363-M02-RPT-00002-R0)

Este informe se referirá a los tipos de materiales como se detalla en la Tabla 2.4, en la que se indican los números de zonificación de materiales y las características de los materiales.

Zone Number	Fill Zone Designation	Fill Material	Major Fill Locations in the Earthworks
1	Core / Impervious	Clayey Sandy Silt to Silty Clayey Sand (saprolite)	- Impervious fill for starter dams, cofferdams and diversion dykes - Impervious fill for seepage collection pond dams - Upstream impervious blankets if required
2	Embankment Shells	Clayey Sandy Silt to Gravelly Sand (saprolite)	- Embankment shell for starter dams - Embankment shell for cofferdams and diversion dykes - Embankment shell for seepage collection dams
2A	Embankment Shells	Saprolitic material sourced from the borrow area with a maximum size of 300mm	Downstream Embankment shell for starter dams
3	Filter	Gravelly Sand (processed from rock quarry)	- Filter/drainage zone for part of drainage blanket for starter dam and seepage collection dams - Chimney drain for starter dam
4	Erosion Protection	Fine Rock Fill to Sandy Gravel (processed from)	Downstream slope of dams
5	Riprap	Rock Fill (processed from rock quarry)	Upstream slope protection of starter dams, cofferdams and diversion dykes
5A	Fine Riprap	Fine Rock Fill (processed from)	Upstream slope of seepage collection dams
6	Road Surface	Gravelly Sand (processed from rock quarry)	Dam crests running surface
7	Rock Fill	Rock Fill (processed from rock quarry)	- Haul roads in Zone 2 dam shells - Lower part of downstream shell of starter dam and fill below the sand cell construction pads
7A	Fine Rock Fill	Rock Fill (processed from rock quarry)	- Cofferdams and river closure cofferdam spurs - Transition zone between Zone 7 Rock Fill and Zone 3 filter material - Dam crest fill below road surface material
7B	WRP Fine Rock Fill	Rock Fill (processed from rock quarry)	To fill low spots and valleys within the Sand Raise footprint to form free-draining working platforms (WRP)
8	Armour Stone	Rock Fill (processed from)	Emergency spillway, dissipation basin
9	Clear Stone	Clear Stone (processed from rock quarry)	Drainage layer in sand cell construction pad downstream of the starter dam

Tabla 2 – 4: Materiales de llenado en las presas de arranque (tabla tomada de la especificación TMF – Tabla 4-1)

3. PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO DE LOS TERRAPLENES

La instrumentación del TMF está destinada a monitorear la construcción y las operaciones de los terraplenes del TMF.

Los terraplenes de TMF en principio comprenden una presa de arranque fundada en el suelo natural y una presa de arena que cubre la parte superior de la presa de arranque y el suelo natural.

3.1. Presa de Arranque

Los principales componentes de la presa de arranque, relevantes para este informe, son la presa de arranque norte (NSD) y la presa de arranque este (ESD).

El **NSD** se divide en Sector 1, Sector 2, Sector 3 y Sector 4; y el **ESD** se divide en Presa E1, Presa E2, Presa E3, Presa E4, Presa E5, Presa E6, Presa E7, Presa E8, Presa E9 y Presa E10.

Los subcomponentes de la presa de arranque que se están monitoreando con los instrumentos geotécnicos son:

- ❖ Terraplén principal (núcleos, corazas y bermas DS)

El diseño inicial involucró terraplenes con una elevación total de RL 76m y un material tipo Zona 2 tanto en los depósitos aguas arriba como aguas abajo y un núcleo tipo Zona 1; y ocasionalmente diques sin núcleo en la ESD.

El sector 1 y el sector 3 de las presas del norte se cambiaron a un diseño de relleno de roca que consideró el material de la zona 7 tanto en los depósitos aguas arriba (EE. UU.) como aguas abajo (DS), el material de la zona 7A como transición y la zona 1 para el núcleo.

❖ Sistema de drenaje (drenaje de chimenea, drenaje de manta y drenajes de dedos)

El sistema de drenaje está compuesto en su totalidad por material tipo Zona 3 y la estructura estuvo sujeta a diversos cambios durante su construcción, terminando con los siguientes dos tipos de drenaje en el NSD:

- a. **Drenaje optimizado:** Consiste en un drenaje de chimenea inmediatamente después del núcleo de la presa, pero solo a una elevación de RL 63m y una capa delgada de 1.5m y un drenaje de manta que consiste en 15 metros de ancho después del drenaje de la chimenea con un espesor de 1.0m conectado a un conjunto de drenajes de dedos que generalmente tienen dimensiones de 5m de ancho y 1.5m de espesor.
- b. **Drenaje del diseño de relleno de roca:** consiste en un drenaje de chimenea inmediatamente después del núcleo de la presa que cubre toda la altura del núcleo DS y el drenaje de la manta se extendió a todo el fondo de la carcasa aguas abajo con un espesor de 0,5 m.

En resumen, el siguiente sector se construyó bajo el diseño detallado:

- ✓ **Sector 4:** La carcasa del DS se construyó bajo el drenaje optimizado y el sistema de drenaje de bermas del DS bajo el diseño de relleno de roca.
- ✓ **Sector 3:** Totalmente interpretado bajo el diseño de relleno de roca.
- ✓ **Sector 2:** Totalmente interpretado bajo el Drenaje Optimizado.
- ✓ **Sector 1:** La construcción iniciada bajo el drenaje optimizado y posteriormente cambiada al Diseño de Relleno de Roca.

3.2. Presa de arena

Los principales componentes de la presa de arena son también la presa norte (ND) y la presa este (ED).

Los subcomponentes de la Presa de Arena que se están monitoreando con los instrumentos geotécnicos son:

A. Terraplén principal

Los terraplenes se construyen a partir de arena ciclonada por completo y se construirán en el método aguas abajo hasta la presa RL 85m y luego cambiarán al método de la línea central.

Con el fin de garantizar una elevación estable continua de la presa, se implementará una secuencia de elevaciones de la presa de arena (etapas de la presa).

B. Sistema de subdrenaje (drenaje de manta, drenaje de dedos y drenaje primario)

El sistema de subdrenaje contiene los siguientes elementos:

- a. **Drenaje de la manta:** Consiste en material de tipo Zona 3 completamente (0,6 m de espesor) subyacente al Terraplén de arena ciclonada (en la parte superior del suelo natural y en la parte posterior de la presa de arranque).
- b. **Drenajes de dedos:** Consiste en el tipo de material de la Zona 9 que conduce el agua superficial desde el suelo natural hasta los drenajes primarios. El material de la Zona 9 debe estar protegido por el material de la Zona 3 y superponer los materiales de la Zona 7A o Zona 3 como se indica en los dibujos 1824-363-CI-DG-T0050 a T0056.
- c. **Drenaje primario:** Consiste en una disposición de materiales de la Zona 7A, Zona 9 y Zona 3 que recubren la plataforma rocosa. Consulte los planos 1824-363-CI-DG-T0050 a T0056 para obtener detalles adicionales.

C. Forro de saprolita:

El revestimiento de saprolita debe proporcionar una protección aguas arriba impermeable o de permeabilidad muy baja contra filtraciones o inundaciones y se implementará en la presa norte, desde RL 76m hasta RL85m; y en una pequeña área de la presa este, desde RL 83m hasta RL 85m. Consulte los planos 1824-363-CI-DRG- T0050 a T0059 y 1824-363-CI-DRG-T0060 a T0064 para obtener más detalles.

4. MONITOREO

Las lecturas y tabulaciones del instrumento son emitidas por el equipo de QA/QC de TMF. Posteriormente, estos datos se utilizan para realizar el análisis de los instrumentos individuales en función de los comportamientos esperados en función de la ubicación del instrumento dentro de la estructura.

En la sección 1 de este informe (arriba) se detallan las lecturas de frecuencia esperadas, los rangos de parámetros y los niveles de umbral tomados en cuenta para el análisis de instrumentación presentado en este Informe.

Consulte **el Apéndice I** para ver las tablas de resumen completas con las últimas lecturas del instrumento y los datos relacionados directos, así como **el Apéndice II** para la distribución de instrumentos dentro de las presas de TMF en las vistas del plan.

Las precipitaciones diarias dentro del sitio se han proyectado en la **Figura 4.1 – 1** como referencia.

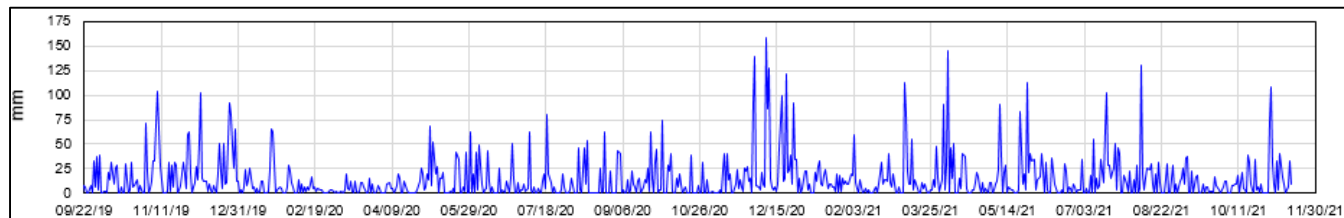


Figura 4.1 – 1: Lluvia diaria

4.1. Piezómetro y Casagrande

Un total de 124 piezómetros VWP y Casagrande están instalados actualmente en el TMF, sin embargo, cinco (5) se consideraron dañados y se incluyeron para reinstalarse en la Fase de Instalación de Instrumentación tres (3).

Con la intención de ayudar en la interpretación de los datos, los instrumentos se han dividido en grupos en cada uno de los terraplenes (presa norte y presa este) como se detalla en la Tabla 4.1.1

North Dam Instrument Groups		East Dam Instrument Groups	
Sector 1	ND S1 "P-A"	WRP 1	ED WRP1 "P-A"
	ND S1 "P-B"		ED WRP1 "P-B"
	ND S1 "P-C"		ED WRP1 "P-C"
	ND S1 "P-D"		ED WRP1 "P-D"
Sector 2	ND S2 "P-A"	WRP 2	ED WRP2 "P-A"
	ND S2 "P-B"		ED WRP2 "P-B"
	ND S2 "P-C"		-
Sector 3	ND S3 "P-A"	WRP 3	ED WRP3 "P-A"
	-		ED WRP3 "P-B"
Sector 4	ND S4 "P-A"	WRP 4	ED WRP5 "P-A"
	ND S4 "P-B"		ED WRP5 "P-B"
	ND S4 "P-C"		ED WRP5 "P-C"
	ND S4 "P-D"		ED WRP5 "P-D"

Tabla 4.1 – 1: Grupos Piezómetro y Casagrande para la Presa Norte y la Presa Este

A. Presa Norte Sector 1

Se crearon cuatro (4) grupos de instrumentos para la presa norte S1 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 2** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 2**.

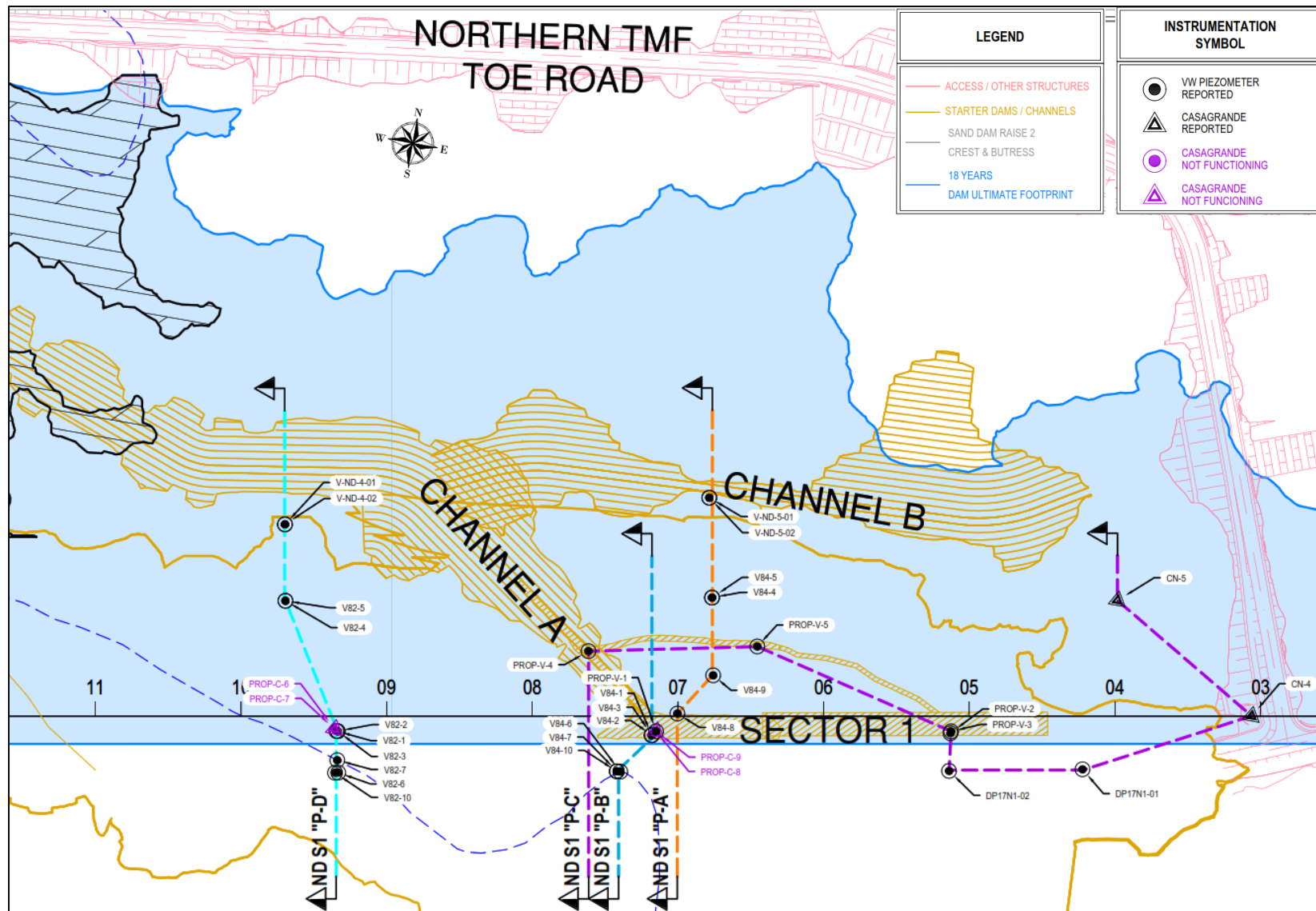


Figura 4.1 – 2: Vista en planta del sector 1 de ND - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring								Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading		Previous to Last Reading		Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain				
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)							Current	Previous		
ND S1 "P-A"																			
1	V84-4	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	46.1	79.7	9-Nov-21	46.1	79.8	75.00	61.00	51.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
2	V84-5	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	45.8	135.2	9-Nov-21	45.6	133.2	75.00	61.00	51.00	75.00	43.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
3	V84-8	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	46.1	32.0	9-Nov-21	46.1	31.9	85.00	85.00	36.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
4	V84-9	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	46.4	33.3	9-Nov-21	46.4	33.1	80.00	80.00	39.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
5	V-ND-5-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	45.6	123.0	9-Nov-21	45.7	123.8	-	-	44.00	75.00	43.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is at elevation of finger drain at Channel B
6	V-ND-5-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	45.7	25.8	9-Nov-21	45.8	26.7	-	-	44.00	75.00	43.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is at elevation of finger drain at Channel B
ND S1 "P-B"																			
7	V84-1	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	46.2	80.8	9-Nov-21	46.3	81.3	85.00	85.00	36.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
8	V84-2	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	51.1	177.2	9-Nov-21	51.1	177.8	85.00	85.00	36.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
9	V84-3	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	52.6	241.0	9-Nov-21	52.6	241.6	85.00	85.00	36.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
10	V84-6	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	62.9	273.4	9-Nov-21	62.9	273.3	78.70	76.00	34.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
11	V84-7	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	60.9	175.0	9-Nov-21	60.8	174.3	78.70	76.00	34.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
12	V84-10	17-Nov-21	76.09	-	-	-	-	-	-	78.70	76.00	34.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	-	Damaged since Oct/2021 - Not considered for the Inst. Phase 3
13	PROP-V-1	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	51.6	-16.7	9-Nov-21	51.6	-16.3	85.00	85.00	50.00	75.00	50.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
14	PROP-C-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
15	PROP-C-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S1 "P-C"																			
16	DP17N1-01	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	63.7	125.2	9-Nov-21	63.7	125.3	78.70	76.00	61.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
17	DP17N1-02	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	67.4	170.8	9-Nov-21	67.3	170.1	78.70	76.00	50.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
18	PROP-V-2	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	54.99	-10.9	9-Nov-21	54.99	-10.9	85.00	85.00	50.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	Historical strange movements - Instrument initially considered for replacement
19	PROP-V-3	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	52.8	35.4	9-Nov-21	52.8	35.4	85.00	85.00	50.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
20	PROP-V-4	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	47.4	23.2	9-Nov-21	47.3	21.9	74.20	72.00	37.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
21	CN-5	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	60.5	249.7	10-Nov-21	64.6	289.9	71.10	-	73.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm
22	PROP-V-5	-	-	-	-	-	-	-	-	71.00	71.00	41.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	-	Damaged - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
23	CN-4	-	-	-	-	-	-	-	-	85.00	85.00	74.00	75.00	60.00	55.00	45.00	47.1	-	Blocked - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S1 "P-D"																			
24	V82-1	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	38.9	13.1	9-Nov-21	38.6	10.4	85.00	85.00	36.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
25	V82-2	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	48.1	142.2	9-Nov-21	48.0	141.3	85.00	85.00	36.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is within starter dam chimney drain
26	V82-3	17-Nov-21	76.09	-	-	-	-	-	-	85.00	85.00	36.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	-	Damaged since Oct/2021 - Not included in the Instrumentation Phase 3
27	V82-4	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	42.5	122.4	9-Nov-21	42.5	122.9	75.00	61.00	36.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
28	V82-5	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	42.8	77.0	9-Nov-21	42.8	77.0	75.00	61.00	36.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
29	V82-6	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	59.2	239.8	9-Nov-21	59.2	239.0	78.40	76.00	30.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
30	V82-7	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.0	195.1	9-Nov-21	62.9	194.4	78.40	79.00	30.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
31	V82-10	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	66.3	130.6	9-Nov-21	66.1	128.7	78.40	76.00	30.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
32	V-ND-4-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	43.1	69.2	9-Nov-21	43.0	69.1	67.10	44.00	40.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
33	V-ND-4-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	43.0	19.9	9-Nov-21	43.0	19.6	67.10	44.00	40.00	75.00	42.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	
34	PROP-C-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
35	PROP-C-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3

Tabla 4.1 – 2: Grupos Piezómetro y Casagrande en el Sector 1 de la Presa Norte

❖ Grupo ND S1 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 3** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 4**.

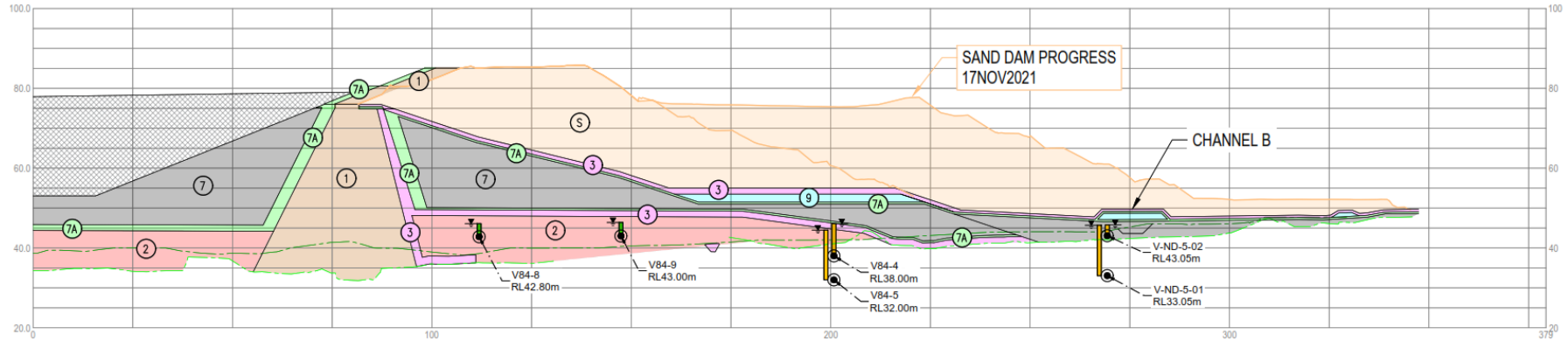


Figura 4.1 – 3: Vista de sección ND S1 "P-A"

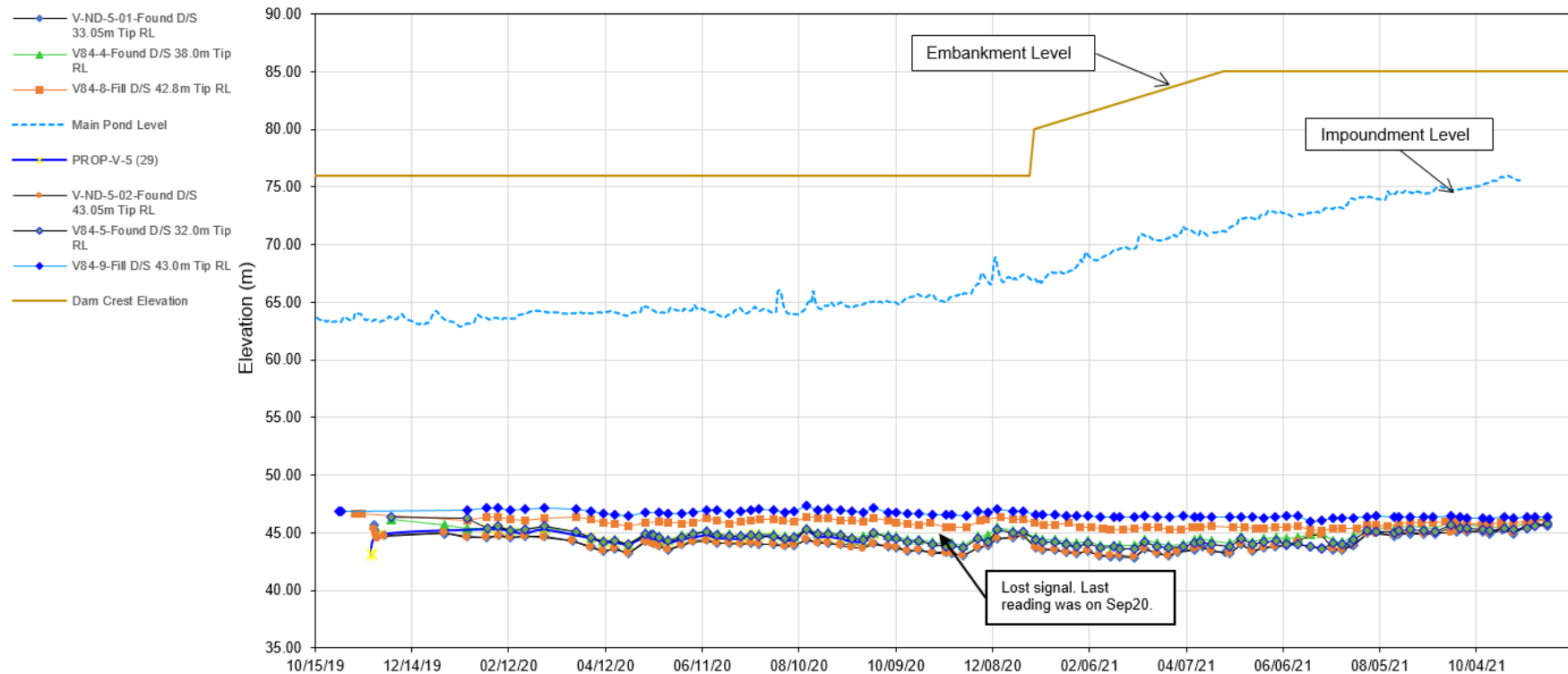


Figura 4.1 – 4: Gráfico de monitoreo histórico "P-A" de ND S1 (Grupo 1 en ND Sector 1)

❖ Grupo ND S1 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 5** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 6**.

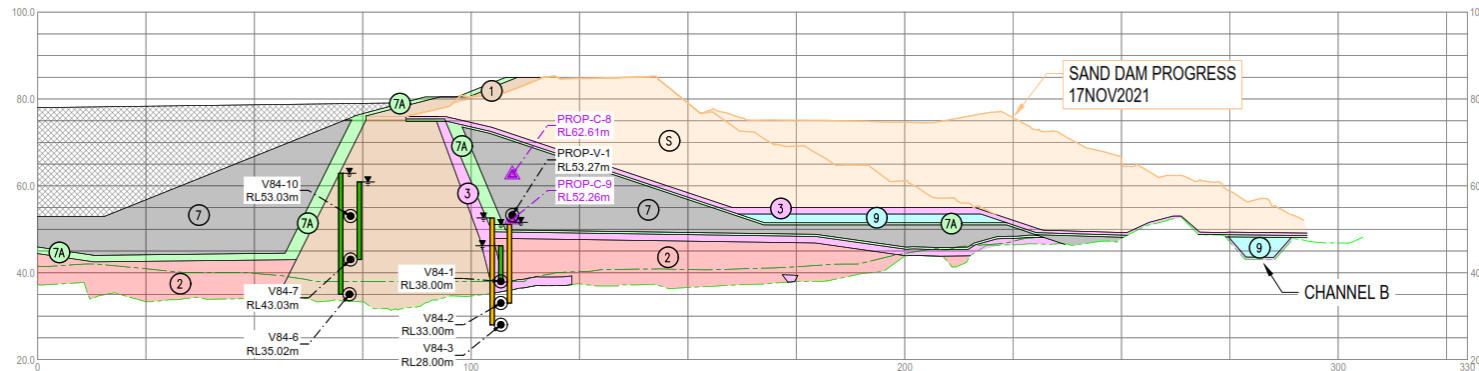


Figura 4.1 – 5: Vista de sección ND S1 "P-B"

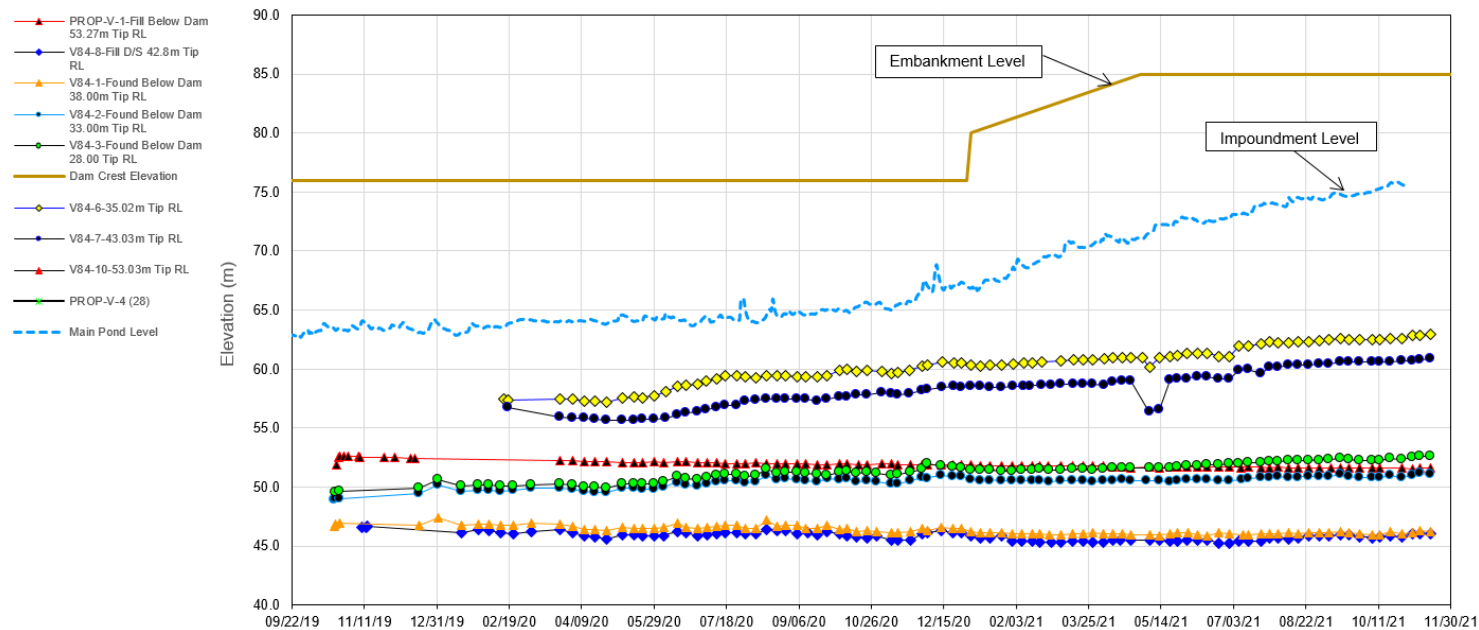


Figura 4.1 – 6: Gráfico de monitoreo histórico "P-B" de ND S1 (Grupo 2 en ND Sector 1)

❖ Grupo ND S1 "P-C":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 7 a 9** que muestra la interrelación del instrumento con los datos del terraplén construido.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 10**.

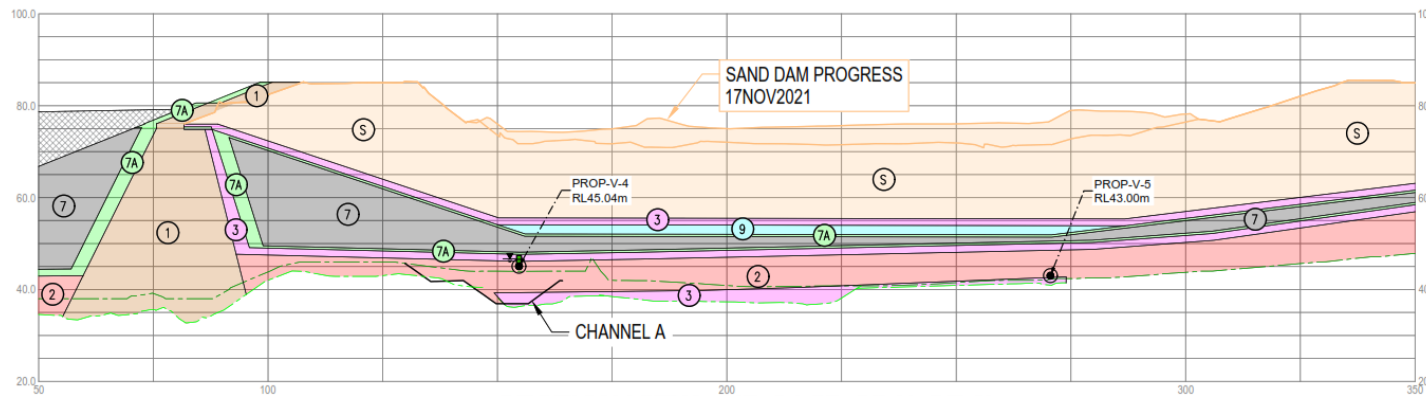


Figura 4.1 – 7: ND S1 "P-C" Vista de sección (1 de 3)

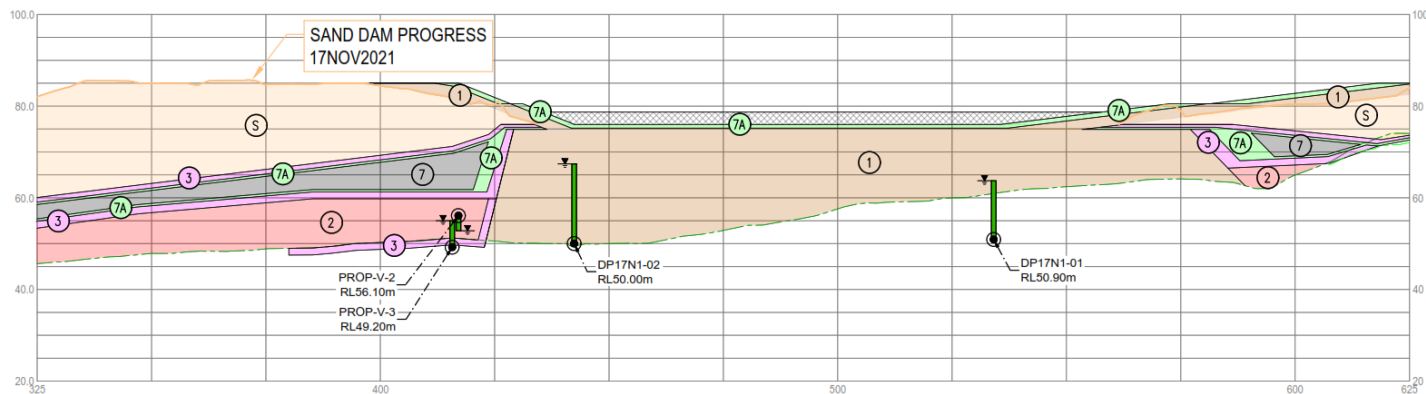


Figura 4.1 – 8: Vista de sección "P-C" ND S1 (2 de 3)

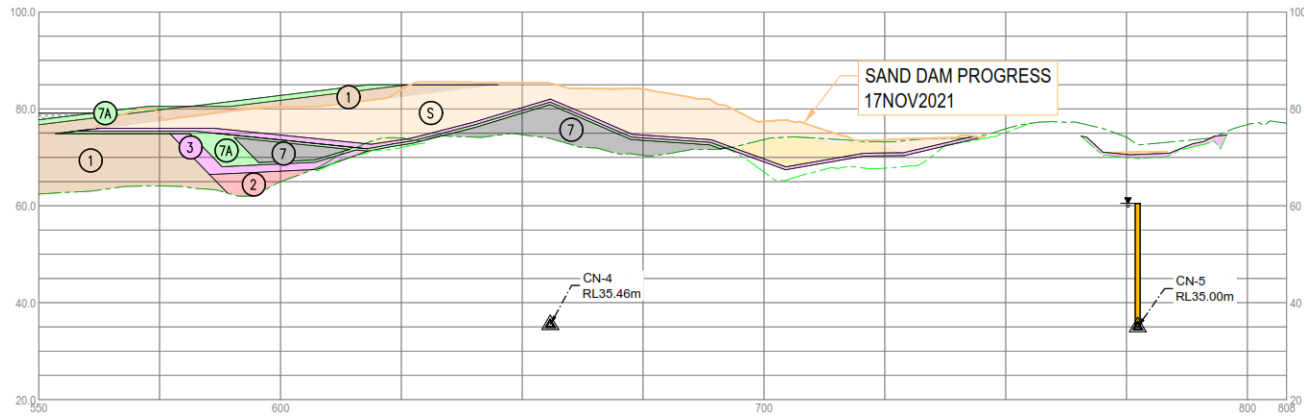


Figura 4.1 – 9: Vista de sección "P-C" ND S1 (3 de 3)

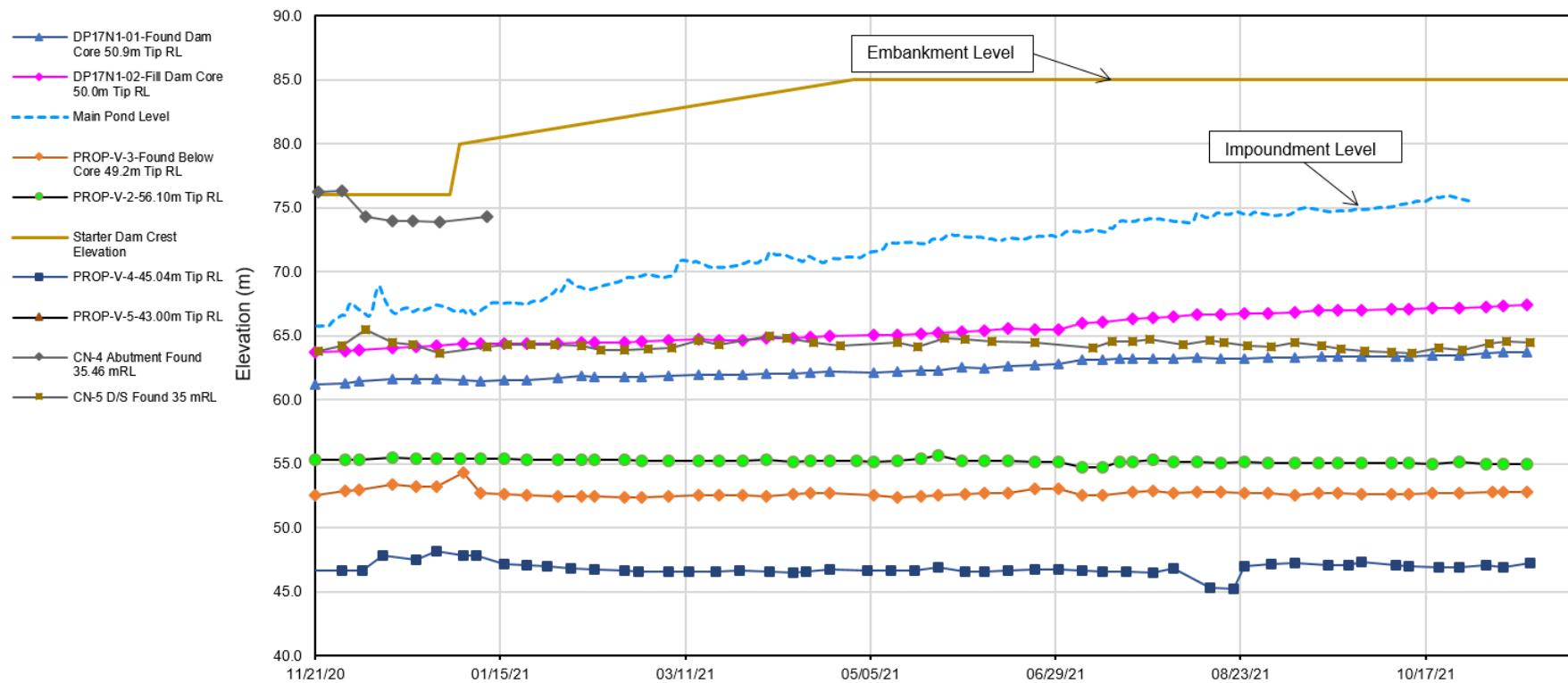


Figura 4.1 – 10: Gráfico de monitoreo histórico "P-C" de ND S1 (Grupo 3 en ND Sector 1)

❖ Grupo ND S1 "P-D":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 11** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 12**.

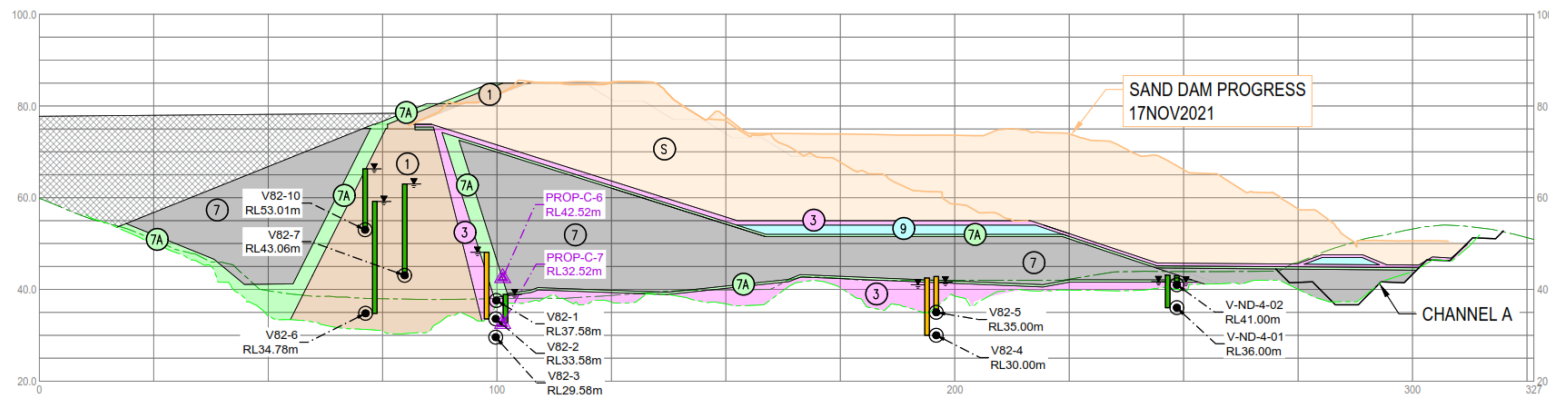


Figura 4.1 – 11: Vista de sección ND S1 "P-D"

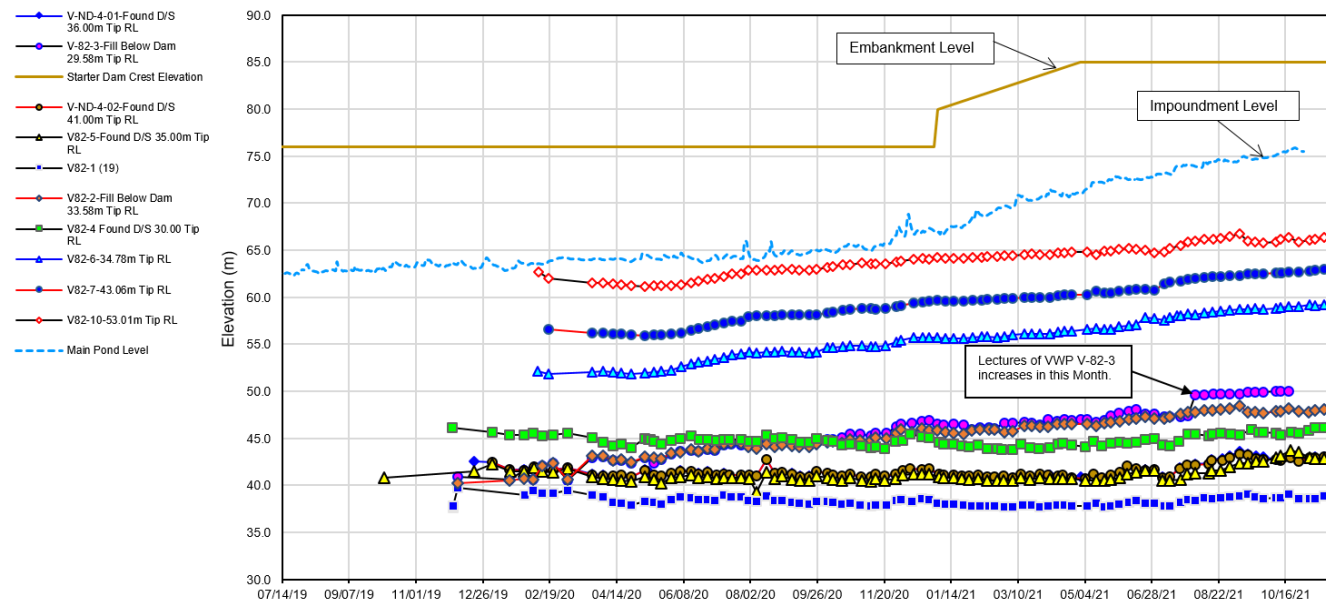


Figura 4.1 – 12: Gráfico de monitoreo histórico "P-D" de ND S1 (Grupo 4 en ND Sector 1)

B. Presa Norte Sector 2

Se crearon tres (3) grupos de instrumentos para la Presa Norte S2 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 13** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 3**.

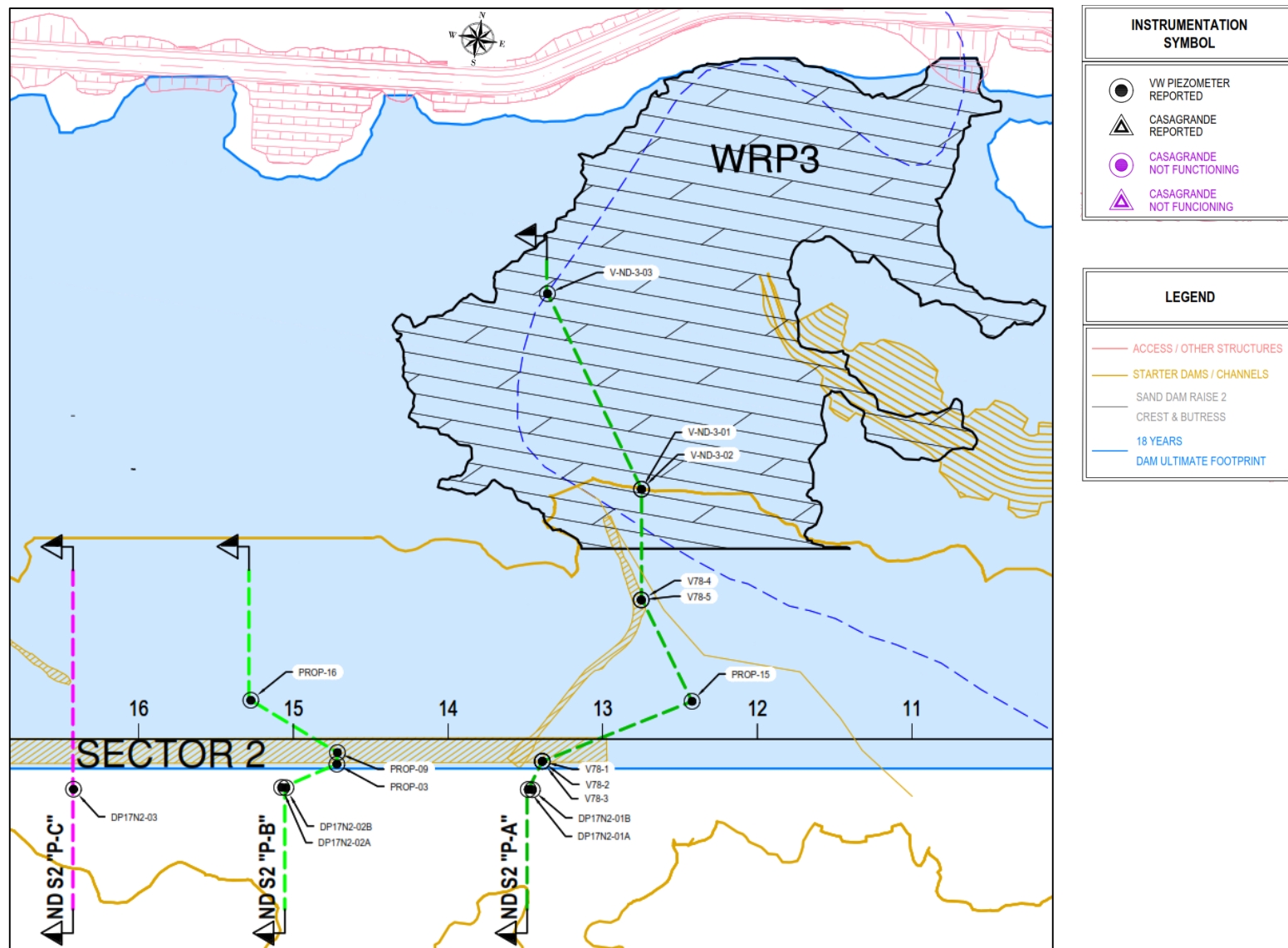


Figura 4.1 – 13: Vista en planta del sector 2 de ND - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring									Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading			Previous to Last Reading			Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain			
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Current	Previous									
ND S2 "P-A"																				
36	DP17N2-01A	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	70.4	111.9	9-Nov-21	70.3	110.6	78.60	78.00	38.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain	
37	DP17N2-01B	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	57.5	153.4	9-Nov-21	57.5	152.5	78.60	78.00	38.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
38	V78-1	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	39.5	14.1	9-Nov-21	39.4	12.9	82.00	82.00	36.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
39	V78-2	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	49.4	169.2	9-Nov-21	49.2	167.3	82.00	82.00	36.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
40	V78-3	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	52.4	257.8	9-Nov-21	52.2	256.2	82.00	82.00	36.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW		
41	V78-4	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	39.0	57.5	9-Nov-21	38.6	54.3	74.00	57.00	40.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
42	V78-5	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	38.5	4.0	9-Nov-21	38.3	2.0	74.00	57.00	40.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
43	V-ND-3-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	36.8	164.4	9-Nov-21	38.3	179.5	57.90	-	36.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
44	V-ND-3-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	34.8	8.2	9-Nov-21	34.1	1.4	57.90	-	36.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW		
45	V-ND-3-03	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	37.2	12.2	9-Nov-21	36.2	1.9	41.80	-	36.50	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	ORANGE		
46	PROP-15	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	56.7	-11.0	9-Nov-21	56.7	-11.4	81.00	81.00	59.00	75.00	45.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm	
ND S2 "P-B"																				
47	DP17N2-02A	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	68.5	93.6	9-Nov-21	68.4	92.1	76.00	76.00	41.00	75.00	63.00	55.00	45.00	47.1	GREEN	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain	
48	DP17N2-02B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	61.2	139.1	9-Nov-21	61.1	138.4	76.00	76.00	41.00	75.00	63.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
49	PROP-03	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	66.0	19.8	9-Nov-21	65.9	19.4	83.00	83.00	57.00	75.00	63.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW		
50	PROP-09	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	65.3	3.8	9-Nov-21	65.3	3.6	85.00	85.00	60.00	75.00	63.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW		
51	PROP-16	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	55.1	2.3	9-Nov-21	55.1	2.6	83.00	83.00	54.00	75.00	63.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
ND S2 "P-C"																				
52	DP17N2-03	-	-	-	-	-	-	-	-	76.00	76.00	51.00	75.00	48.00	55.00	45.00	47.1	-	Not reading since May 26th 2021	

Tabla 4.1 – 3: Grupos Piezómetro y Casagrande en el Sector 2 de la Presa Norte

❖ Grupo ND S2 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 14 a 15** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 16**.

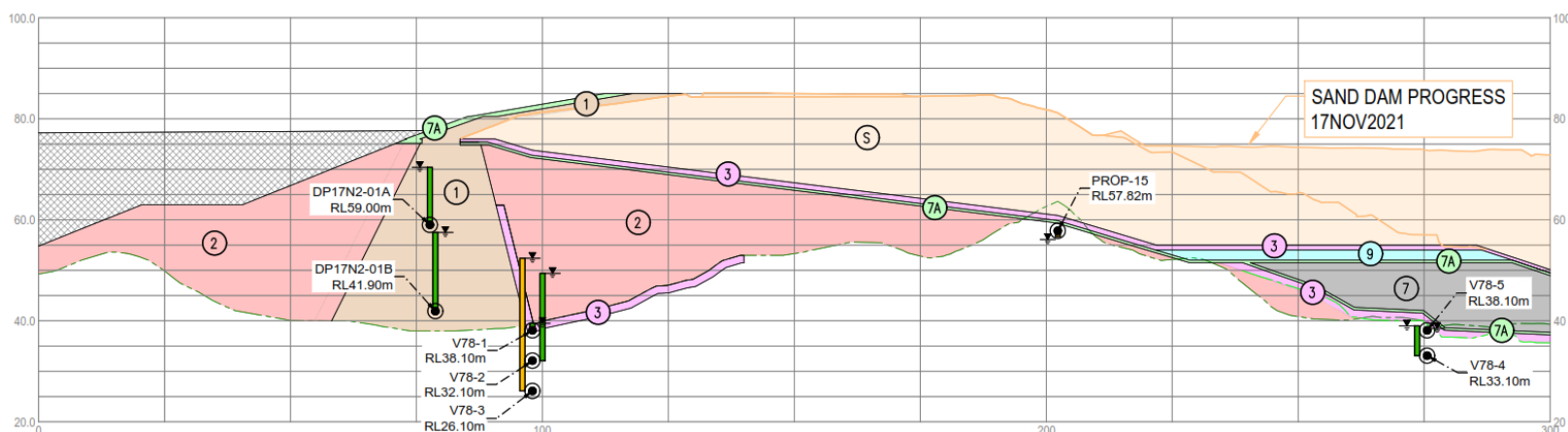


Figura 4.1 – 14: ND S2 "P-A" Vista de sección (1 de 2)

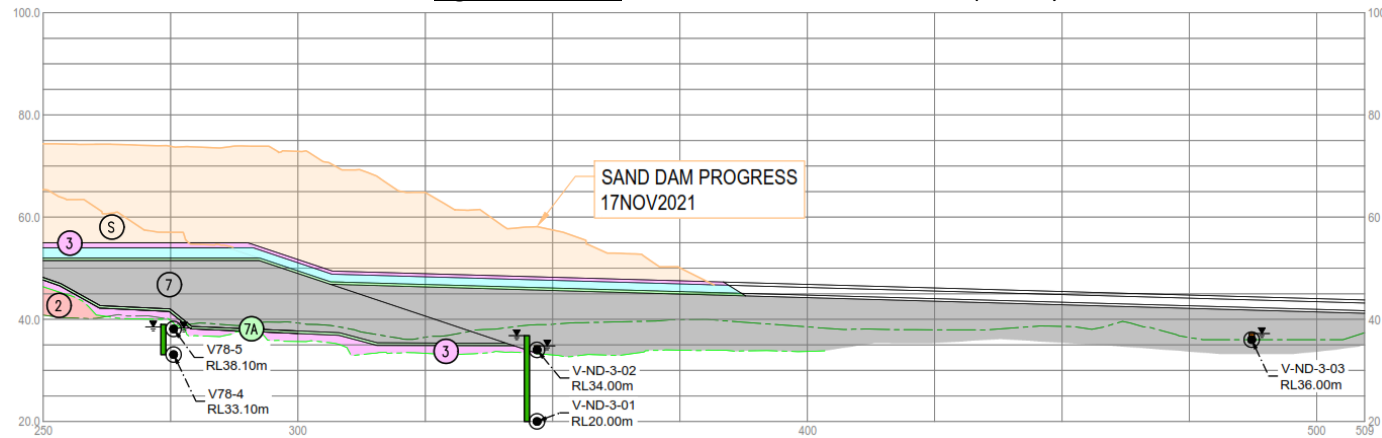


Figura 4.1 – 15: ND S2 "P-A" Vista de sección (2 de 2)

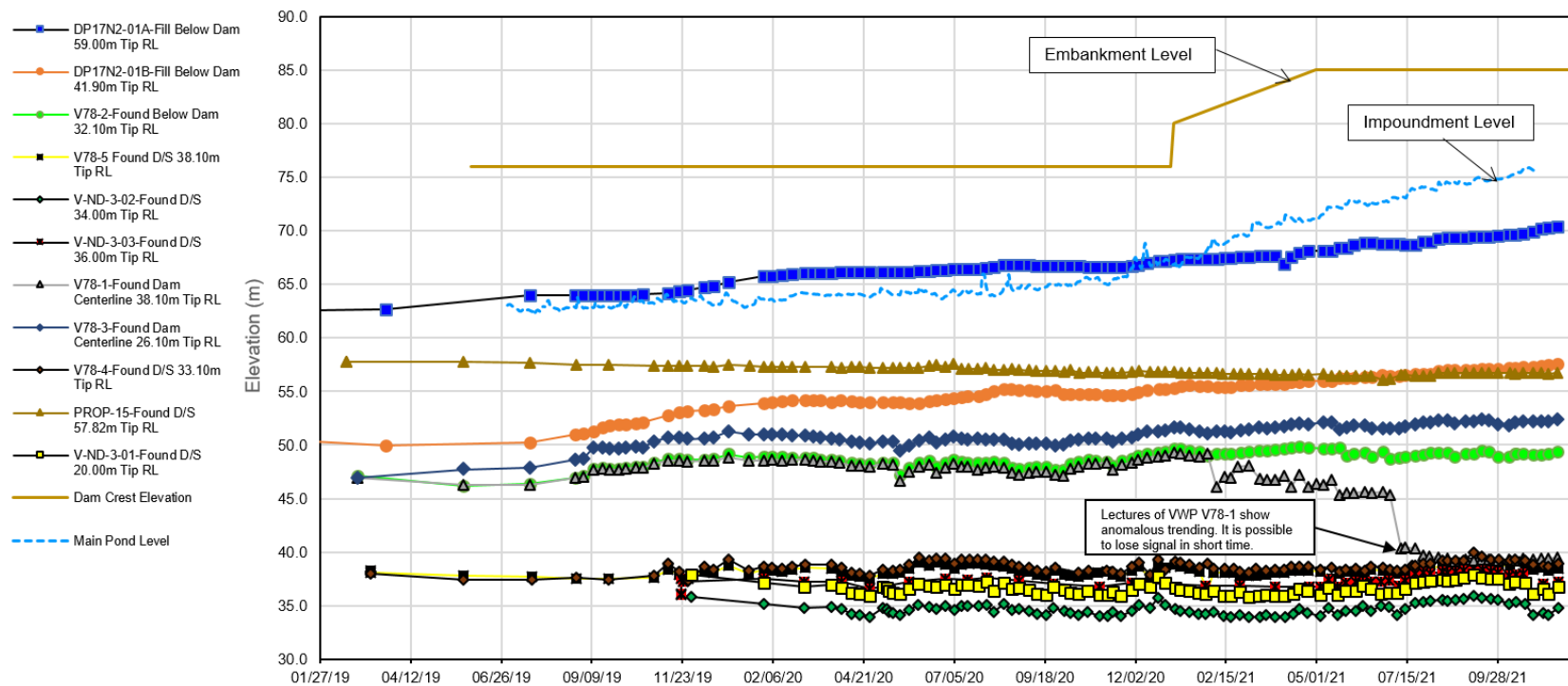


Figura 4.1 – 16: Gráfico de monitoreo histórico "P-A" de ND S2 (Grupo 1 en ND Sector 2)

❖ Grupo ND S2 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 17** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 18**.

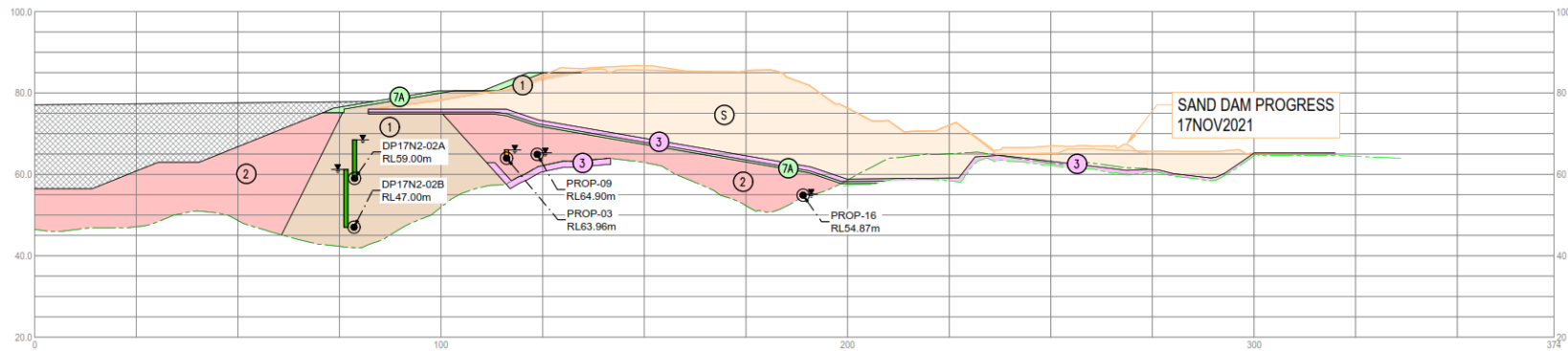


Figura 4.1 – 17: Vista de sección ND S2 "P-B"

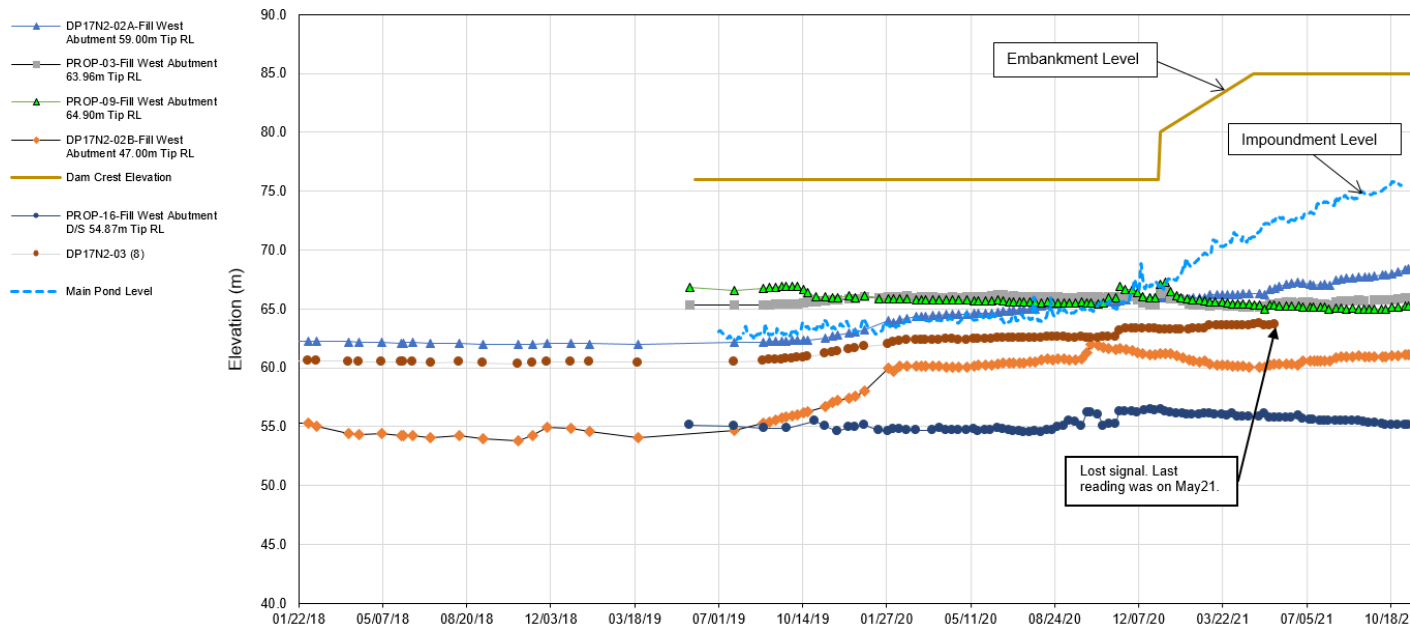


Figura 4.1 – 18: Gráfico de Monitoreo Histórico ND S2 "P-B" (Grupo 2 en ND Sector 2)

❖ Grupo ND S2 "P-C":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 19** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 20** (actualizada hasta la última lectura de los instrumentos, mayo de 2021).

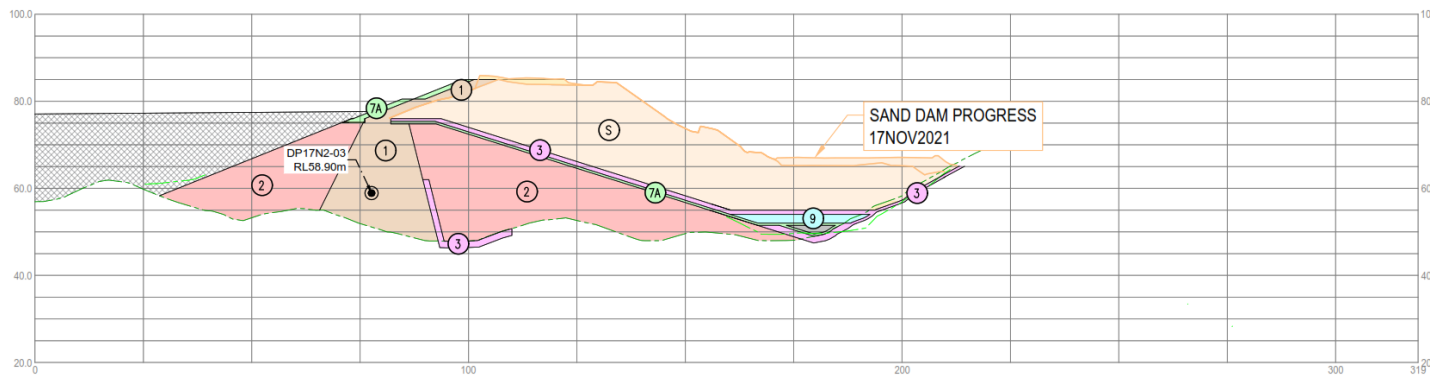


Figura 4.1 – 19: ND S2 "P-C" Vista de sección

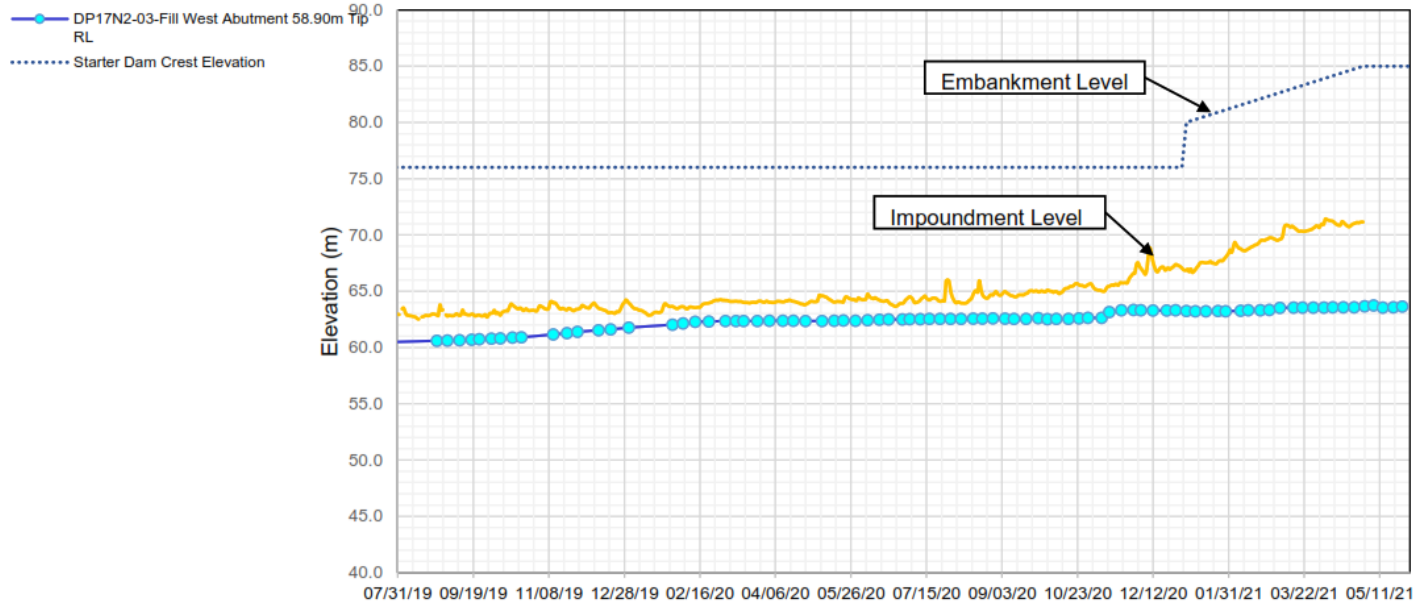


Figura 4.1 – 20: Gráfico de monitoreo histórico "P-C" de ND S2 (Grupo 3 en ND Sector 2)

C. Presa Norte Sector 3

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la presa norte S3 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 21** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 4**.

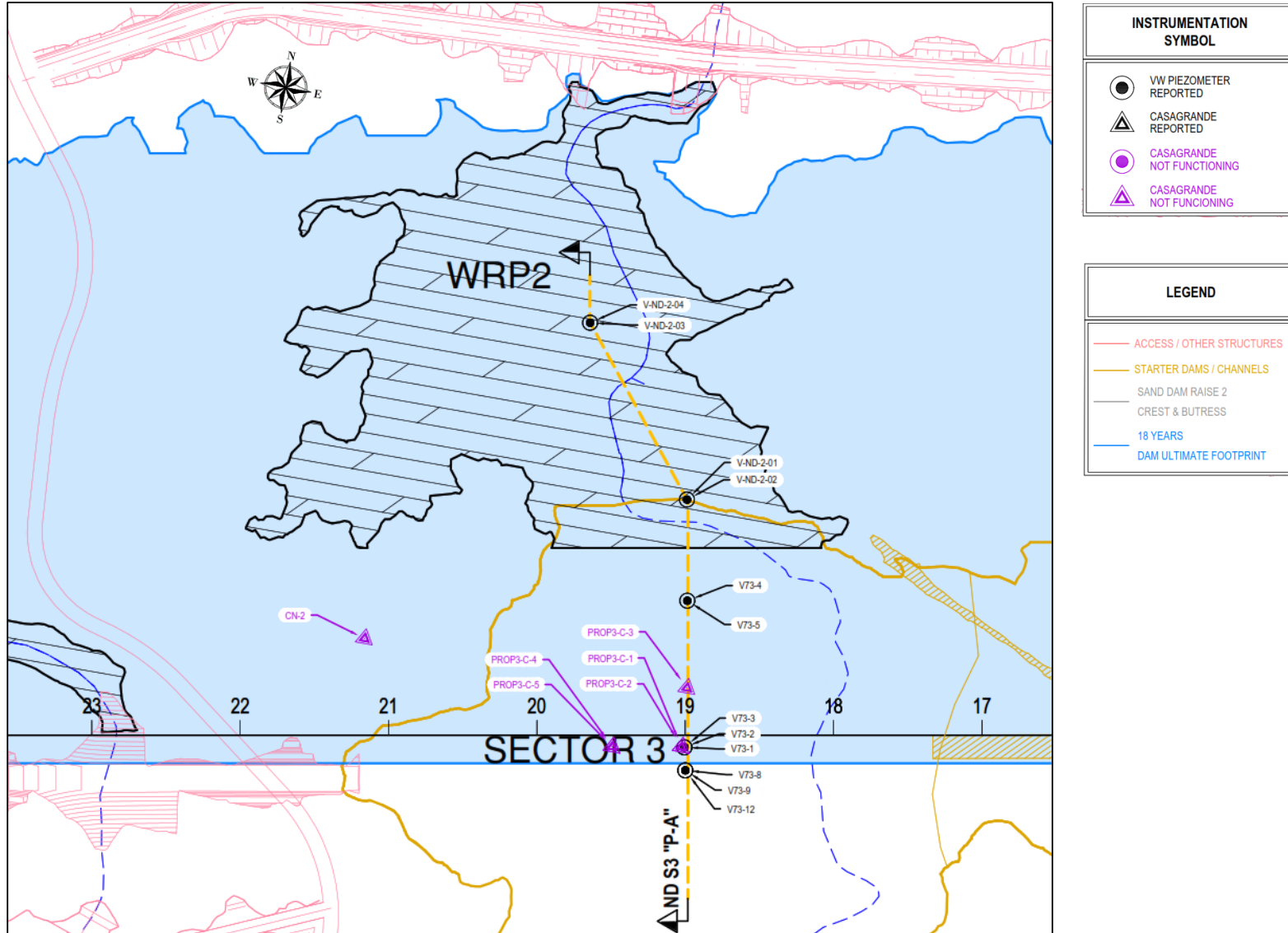


Figura 4.1 – 21: Vista en planta del sector 3 de ND - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring									Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading		Previous to Last Reading			Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain				
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Current							Previous			
ND S3 "P-A"																				
53	V73-1	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	44.7	176.1	9-Nov-21	44.8	176.5	85.00	85.00	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain	
54	V73-2	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	44.2	131.9	9-Nov-21	44.3	132.4	85.00	85.00	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain	
55	V73-3	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	44.9	80.0	9-Nov-21	45.0	80.5	85.00	85.00	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain	
56	V73-4	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	35.8	27.4	9-Nov-21	35.6	25.1	57.00	57.00	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
57	V73-5	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	36.1	79.2	9-Nov-21	35.8	76.9	57.00	57.00	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
58	V73-8	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	55.8	191.6	9-Nov-21	55.7	190.6	80.00	80.00	34.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
59	V73-9	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	55.1	101.4	9-Nov-21	55.0	100.7	80.00	80.00	34.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
60	V73-12	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.7	87.7	9-Nov-21	63.6	87.2	80.00	80.00	34.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
61	V-ND-2-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	36.0	29.6	9-Nov-21	35.7	26.8	47.10	47.10	35.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
62	V-ND-2-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	35.7	95.3	9-Nov-21	35.4	92.3	47.10	47.10	35.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
63	V-ND-2-03	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	36.2	109.0	9-Nov-21	35.9	106.3	47.10	47.10	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
64	V-ND-2-04	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	35.9	37.6	9-Nov-21	35.6	34.8	47.10	47.10	36.00	75.00	37.00	55.00	45.00	47.1	GREEN		
65	CN-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Blocked - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3	
66	PROP3-C-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No water levels / Dry - Instruments is operational	
67	PROP3-C-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No water levels / Dry - Instruments is operational	
68	PROP3-C-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No water levels / Dry - Instruments is operational	
69	PROP3-C-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No water levels / Dry - Instruments is operational	
70	PROP3-C-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No water levels / Dry - Instruments is operational	

Tabla 4.1 – 4: Grupos Piezómetro y Casagrande en el Sector 3 de la Presa Norte

❖ Grupo ND S3 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 22 a 23** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 24**.

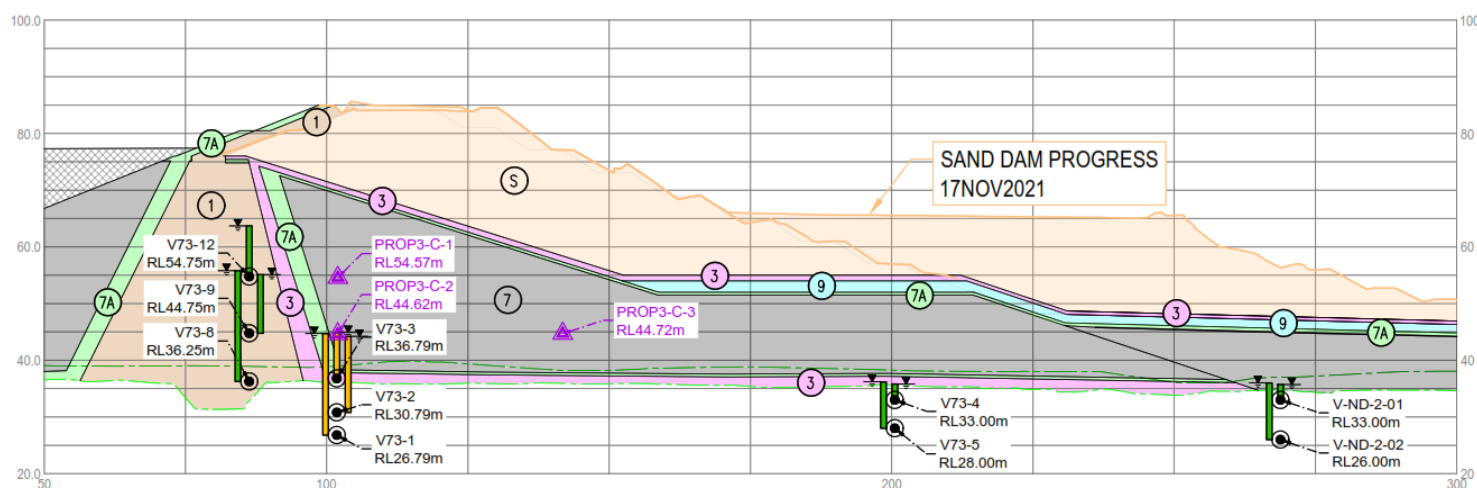


Figura 4.1 – 22: ND S3 "P-A" Vista de sección (1 de 2)

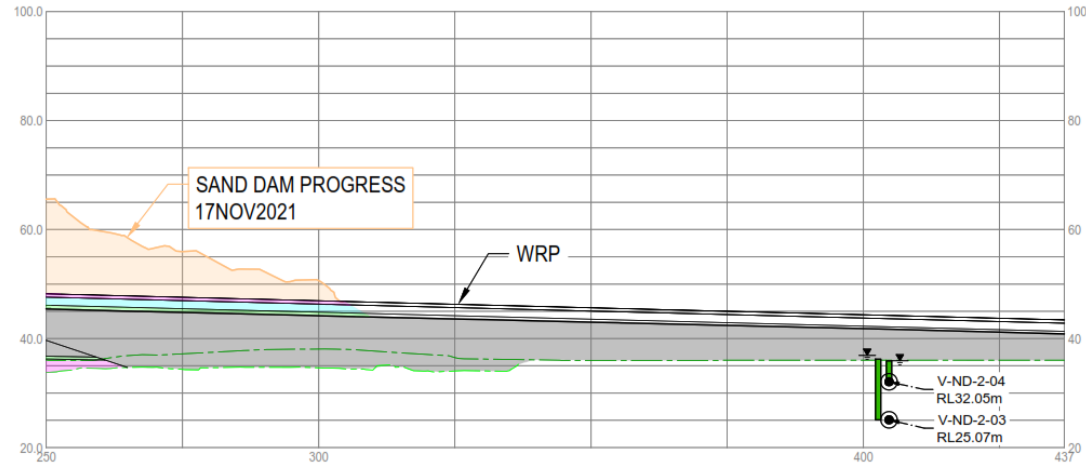


Figura 4.1 – 23: ND S3 "P-A" Vista de sección (2 de 2)

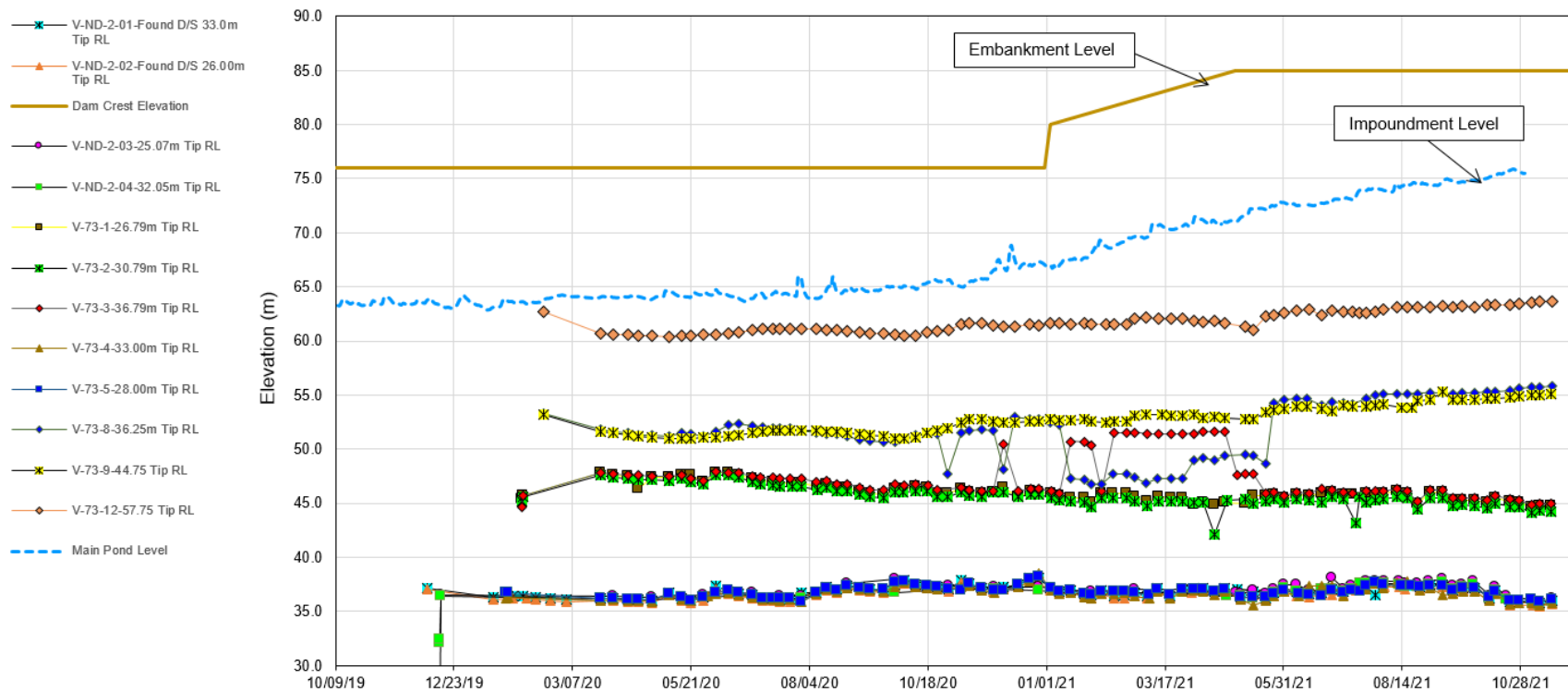


Figura 4.1 – 24: Gráfico de monitoreo histórico "P-A" de ND S3 (Grupo 1 en ND Sector 3)

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring									Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading		Previous to Last Reading		Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain					
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)							Current	Previous			
ND S4 "P-A"																				
71	PROP-05	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	70.7	115.5	9-Nov-21	70.7	115.2	83.00	83.00	70.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm	
72	PROP-11	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	70.5	144.5	9-Nov-21	70.5	144.2	85.00	85.00	68.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm	
73	PROP-18	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	66.8	138.9	9-Nov-21	66.6	137.3	60.00	60.00	60.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is at elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm	
74	V-ND-1-01	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	53.0	57.9	9-Nov-21	53.0	58.4	63.00	63.00	53.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
75	V-ND-1-02	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	52.8	7.7	9-Nov-21	52.9	8.1	63.00	63.00	53.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
ND S4 "P-B"																				
76	DP17N4-01A	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	73.8	69.8	9-Nov-21	73.8	69.5	78.00	78.00	57.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is 2.3m below the supernatant	
77	DP17N4-01B	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	69.9	106.0	9-Nov-21	69.8	105.3	78.00	78.00	57.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
78	V65-1	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	51.9	-10.0	9-Nov-21	52.0	-8.6	63.00	63.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
79	V65-2	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	54.7	75.5	9-Nov-21	54.7	76.3	63.00	63.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
80	V65-3	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	64.3	248.9	9-Nov-21	64.3	249.1	63.00	63.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is above the Starder Dam Chimney Drain	
81	V65-4	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	47.4	72.5	9-Nov-21	47.4	73.0	72.00	72.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
82	V65-5	-	-	16-Nov-21	67.4	-	9-Nov-21	67.3	-	72.00	72.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	-	Instrument/Cable covered from Jun 15th to Jun 23rd	
83	V65-6	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	55.2	42.9	9-Nov-21	55.3	43.8	65.00	65.00	56.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
91	V65-7	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	57.0	86.0	9-Nov-21	57.1	87.3	77.00	77.00	66.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Instrument initially considered for replacement	
84	V65-8	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	71.1	109.2	9-Nov-21	71.1	108.8	78.00	78.00	57.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
85	V65-9	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	71.8	28.8	9-Nov-21	71.9	30.5	85.00	85.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is above televation of the Starder Dam Blanket Drain	
86	V65-9b	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	47.9	-38.9	9-Nov-21	47.9	-38.8	85.00	85.00	55.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
87	PROP-19	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	60.9	78.6	9-Nov-21	61.0	79.3	84.00	84.00	62.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is above the average elevation of the Starder Dam Blanket Drain	
ND S4 "P-C"																				
88	DP17N4-02	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	72.8	119.7	9-Nov-21	72.8	119.5	76.00	76.00	60.00	75.00	56.00	67.00	59.00	62.0	GREEN		
89	PROP-06	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	72.3	137.1	9-Nov-21	72.3	137.7	85.00	85.00	75.00	75.00	72.10	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is below finger drain	
90	PROP-12	17-Nov-21	76.09	16-Nov-21	73.0	163.5	11-Nov-21	73.0	163.9	83.00	83.00	74.00	75.00	72.10	67.00	59.00	62.0	YELLOW	Piezo level is below finger drain	
ND S4 "P-D"																				
92	CN-1	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	38.1	17.4	10-Nov-21	37.1	7.4	80.00	80.00	60.00	75.00	-	-	61.00	65.0	ORANGE	Piezo level changed over 100cm in a week (but less than 150cm)	

Tabla 4.1 – 5: Grupos Piezómetro y Casagrande en el Sector 4 de la Presa Norte

❖ Grupo ND S4 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 26** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 27**.

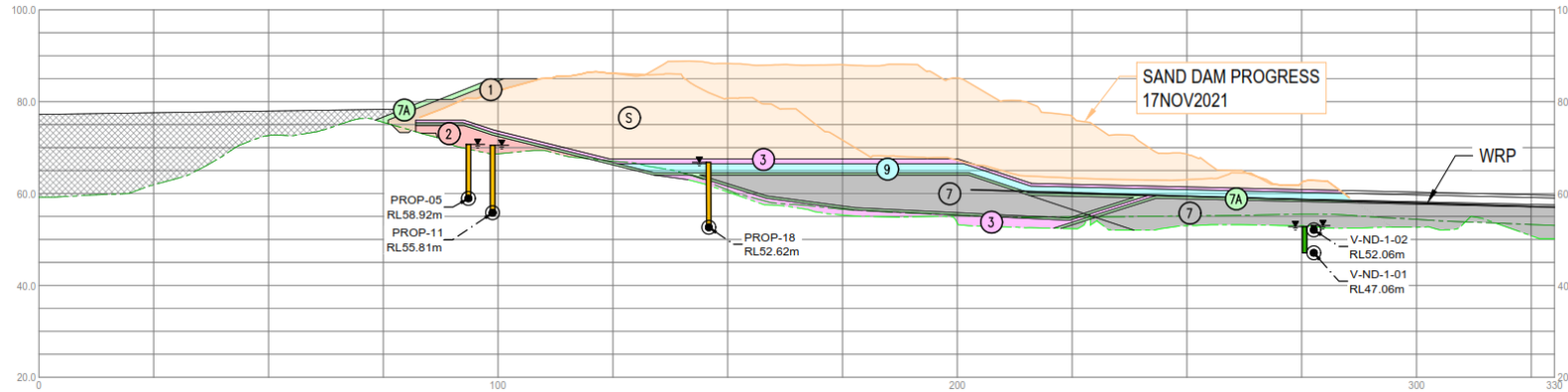


Figura 4.1 – 26: Vista de sección ND S4 "P-A"

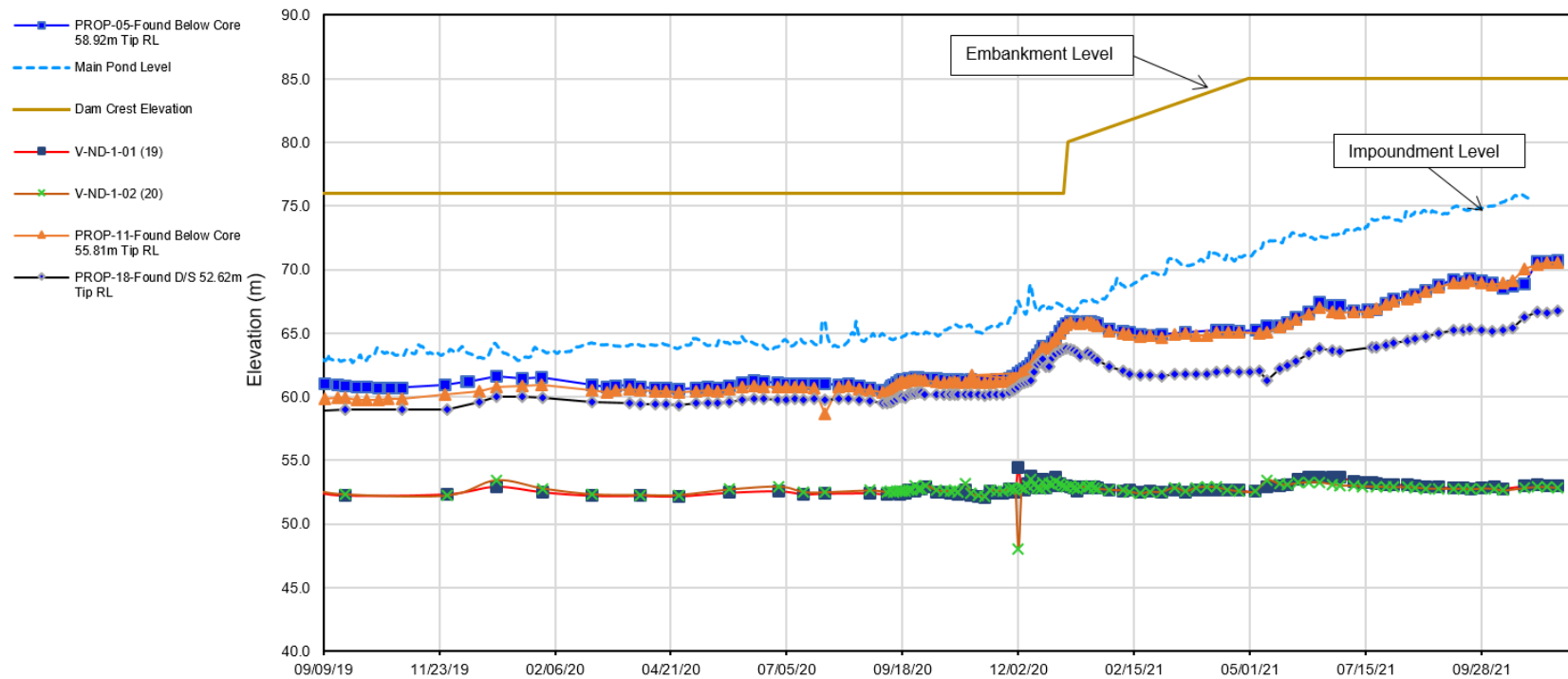


Figura 4.1 – 27: Gráfico de monitoreo histórico "P-A" de ND S4 (Grupo 1 en ND Sector 4)

❖ Grupo ND S4 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 28** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 29**.

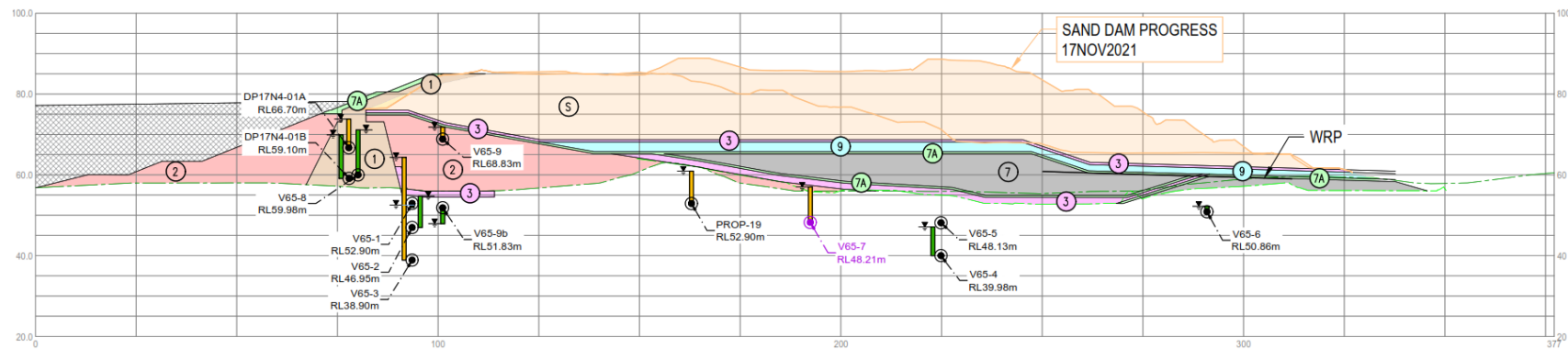


Figura 4.1 – 28: Vista de sección ND S4 "P-B"

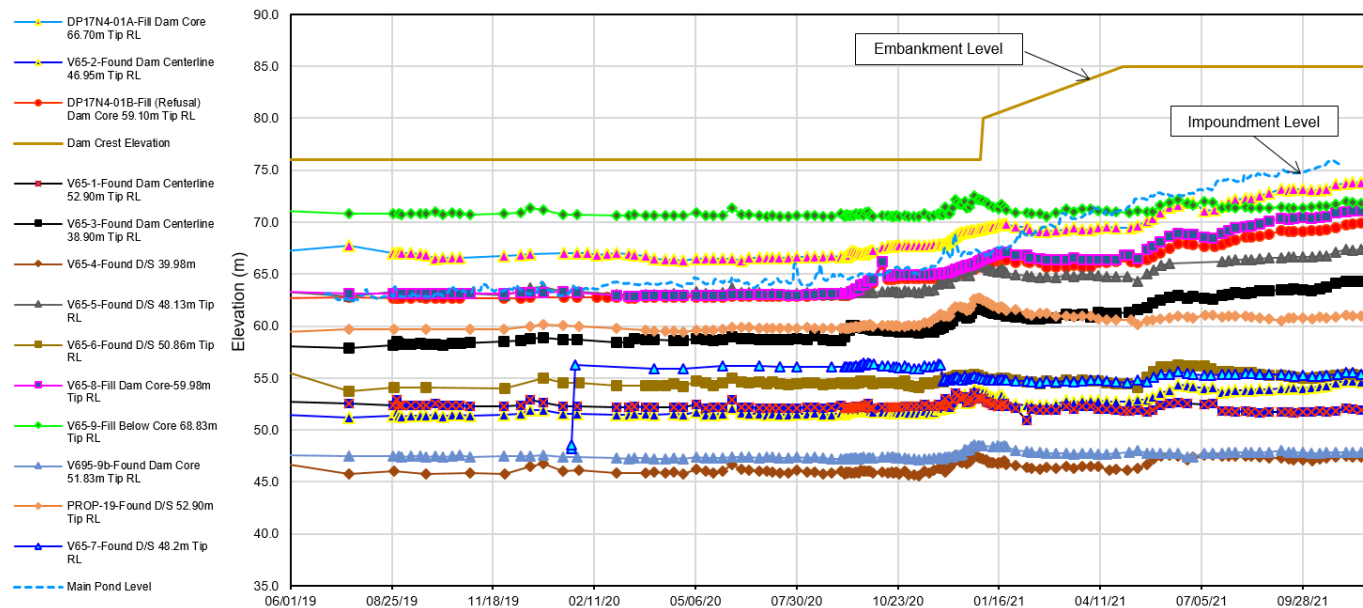


Figura 4.1 – 29: Gráfico de Monitoreo Histórico ND S4 "P-B" (Grupo 2 en ND Sector 4)

❖ Grupo ND S4 "P-C":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 30** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 31**.

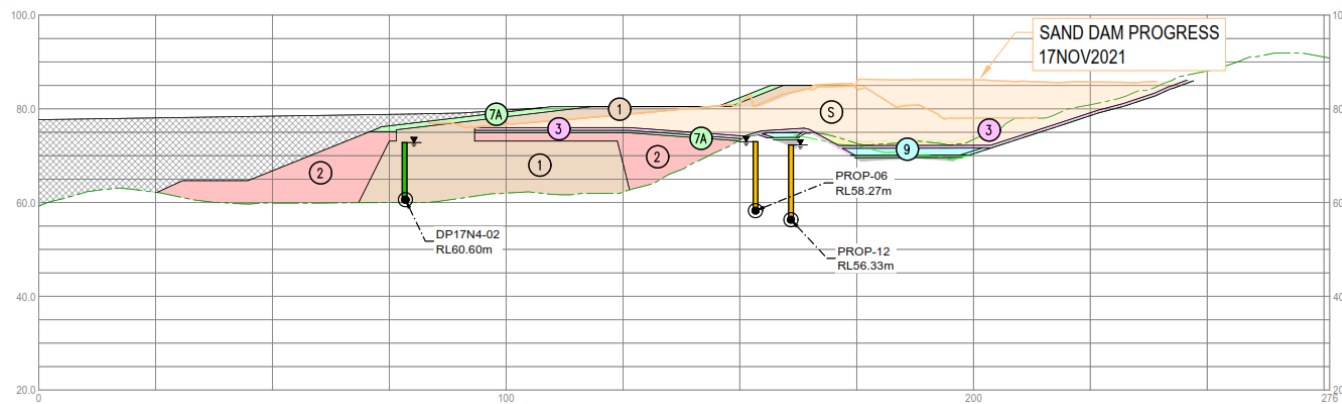


Figura 4.1 – 30: ND S4 "P-C" Vista de sección

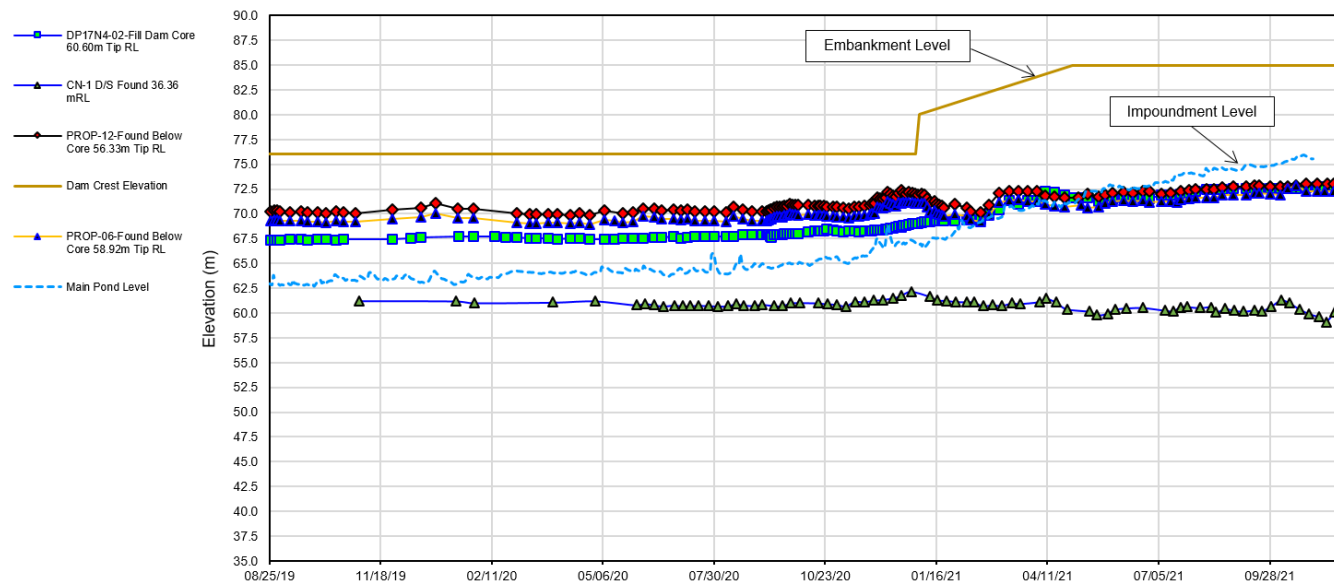


Figura 4.1 – 31: Gráfico de monitoreo histórico "P-C" de ND S4 (Grupo 3 en ND Sector 4)

❖ Grupo ND S4 "P-D":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 32** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

El instrumento no tiene un gráfico histórico.

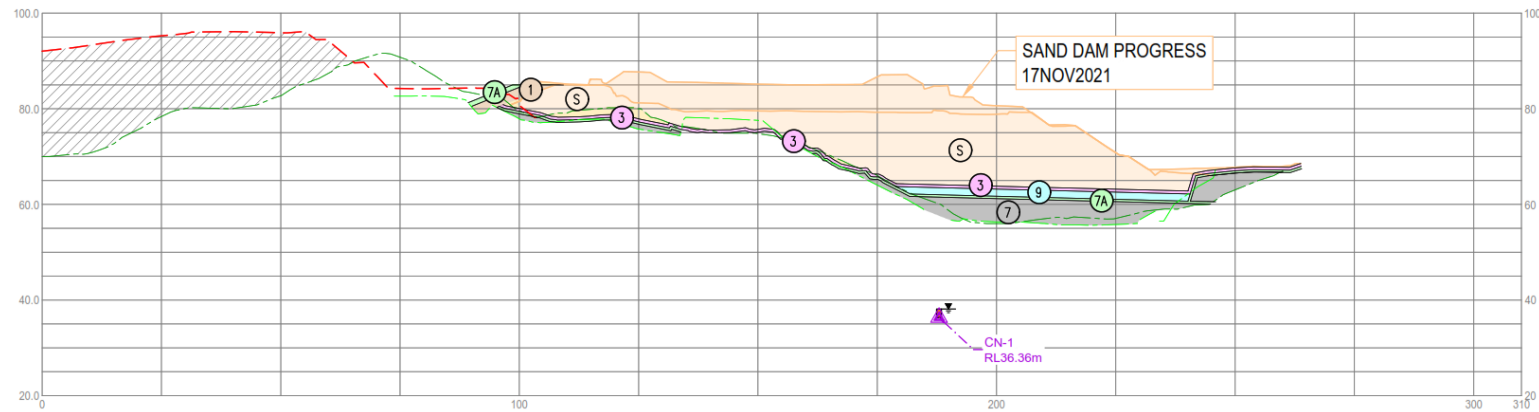


Figura 4.1 – 32: Vista de sección ND S4 "P-D"

E. Presa Este WRP 1

Se crearon cuatro (4) grupos de instrumentos para la Presa Este WRP1 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 33** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 6**.

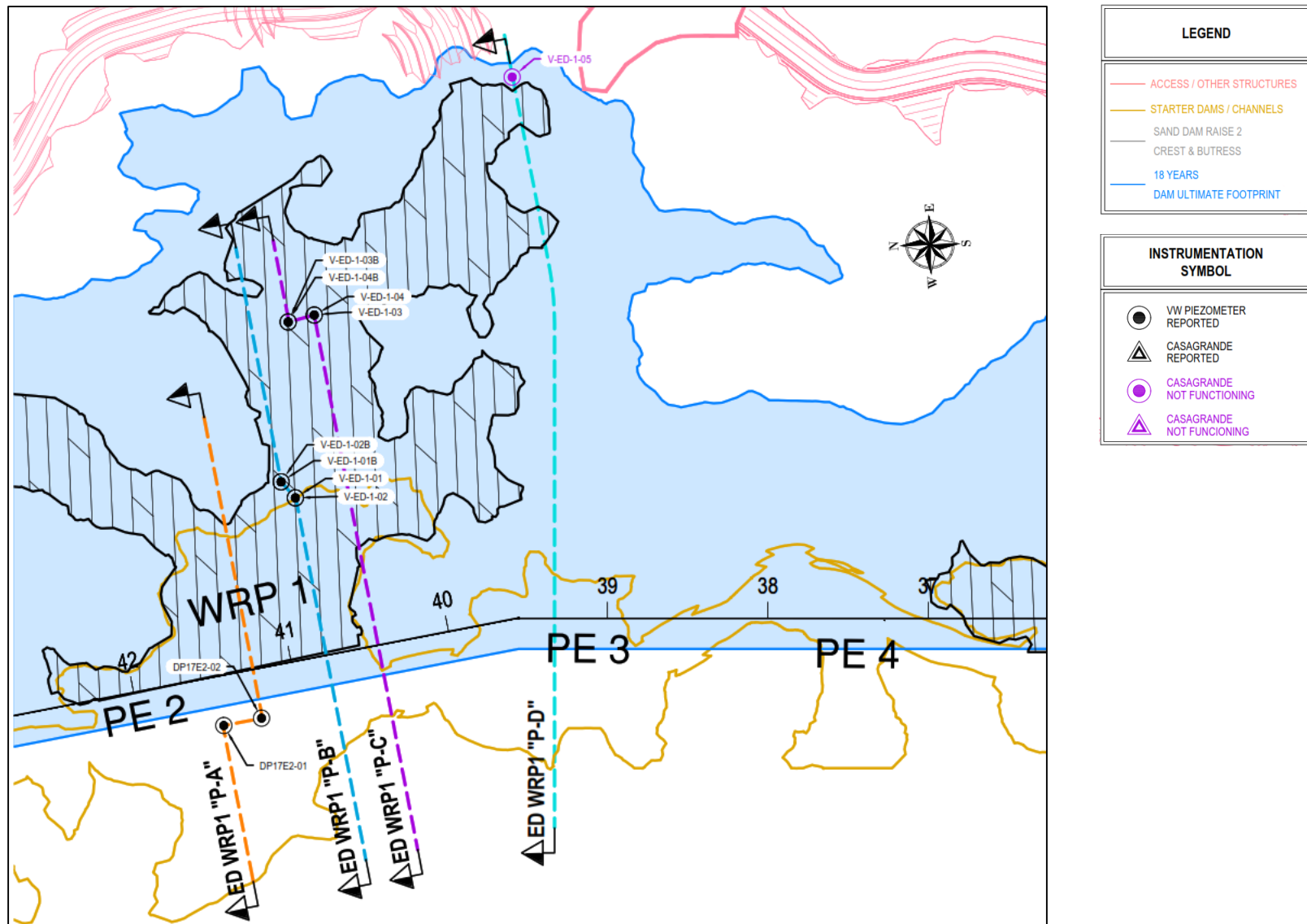


Figura 4.1 – 33: Vista en planta del ED WRP1 - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring									Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading			Previous to Last Reading			Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain			
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Current	Previous									
ED WRP1 "P-A"																				
102	DP17E2-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	72.5	-4.0	9-Nov-21	72.4	-5.3	80.00	80.00	71.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
103	DP17E2-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	68.8	0.6	9-Nov-21	68.8	0.7	80.00	80.00	70.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
ED WRP1 "P-B"																				
97	V-ED-1-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.0	152.3	9-Nov-21	63.3	155.7	77.00	77.00	54.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
99	V-ED-1-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.8	92.4	9-Nov-21	63.8	92.0	77.00	77.00	54.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
98	V-ED-1-01B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.6	152.7	9-Nov-21	63.9	155.2	77.00	77.00	59.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
100	V-ED-1-02B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.7	104.6	9-Nov-21	64.0	107.2	77.00	77.00	59.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
ED WRP1 "P-C"																				
93	V-ED-1-03	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.6	142.2	9-Nov-21	64.0	146.4	67.00	67.00	54.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
95	V-ED-1-04	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	64.2	79.9	9-Nov-21	64.6	83.3	67.00	67.00	54.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
94	V-ED-1-03B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.7	136.7	9-Nov-21	64.0	139.9	67.00	67.00	60.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
96	V-ED-1-04B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.5	66.6	9-Nov-21	63.9	70.0	67.00	67.00	60.00	75.00	-	-	71.50	74.0	GREEN		
ED WRP1 "P-D"																				
104	V-ED-1-05	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	63.7	76.5	11-Nov-21	63.7	77.4	64.20	-	71.00	75.00			71.50	74.0	GREEN		

Tabla 4.1 – 6: Grupos Piezómetro y Casagrande en la Presa Este WRP 1

❖ Grupo ED WRP1 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 34** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 39**.

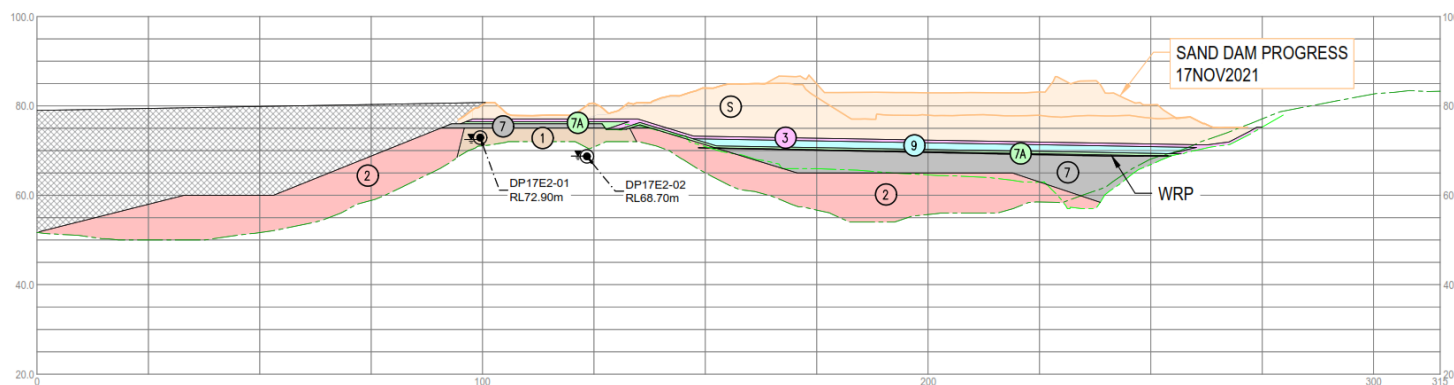


Figura 4.1 – 34: Vista de sección ED WRP1 "P-A"

❖ Grupo ED WRP1 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 35** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 39**.

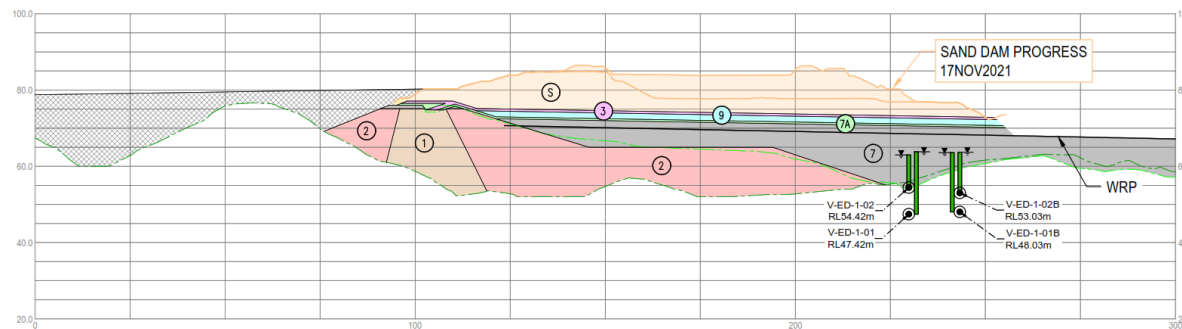


Figura 4.1 – 35: Vista de sección ED WRP1 "P-B"

❖ Grupo ED WRP1 "P-C":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 36** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 39**.

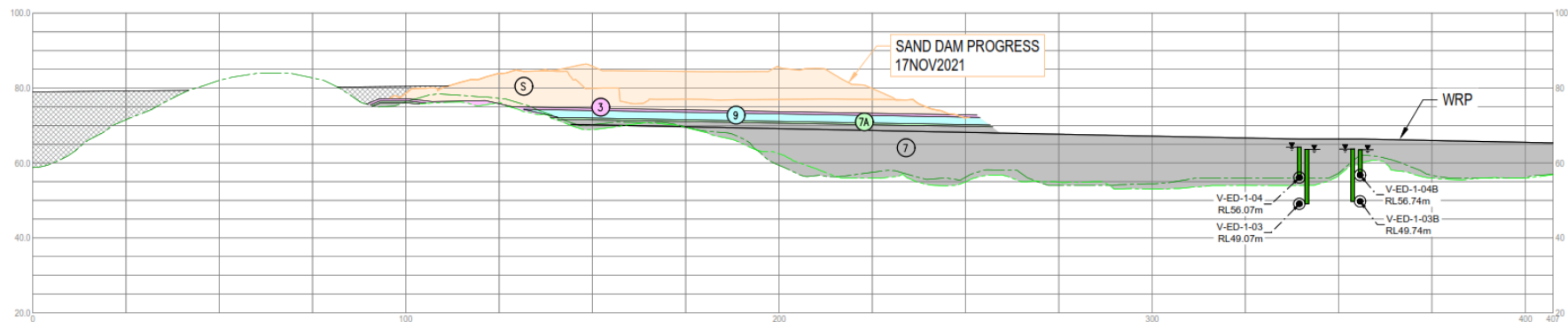


Figura 4.1 – 36: Vista de sección ED WRP1 "P-C"

❖ Grupo ED WRP1 "P-D":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 37 a 38** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 39**.

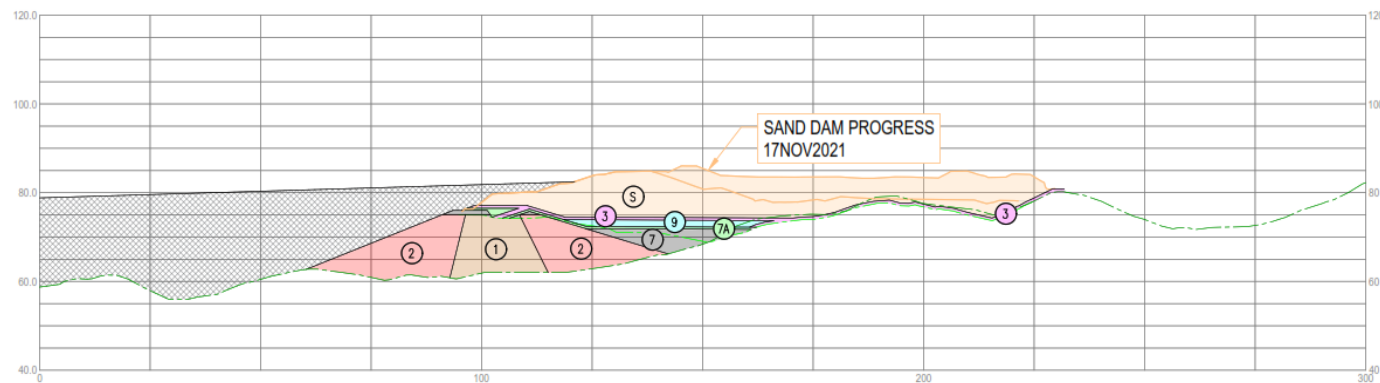


Figura 4.1 – 37: Vista de sección ED WRP1 "P-D"

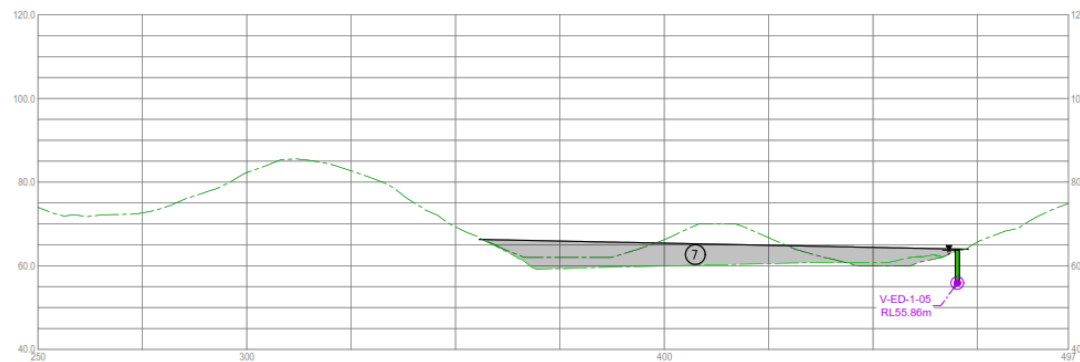


Figura 4.1 – 38: Vista de sección ED WRP1 "P-D"

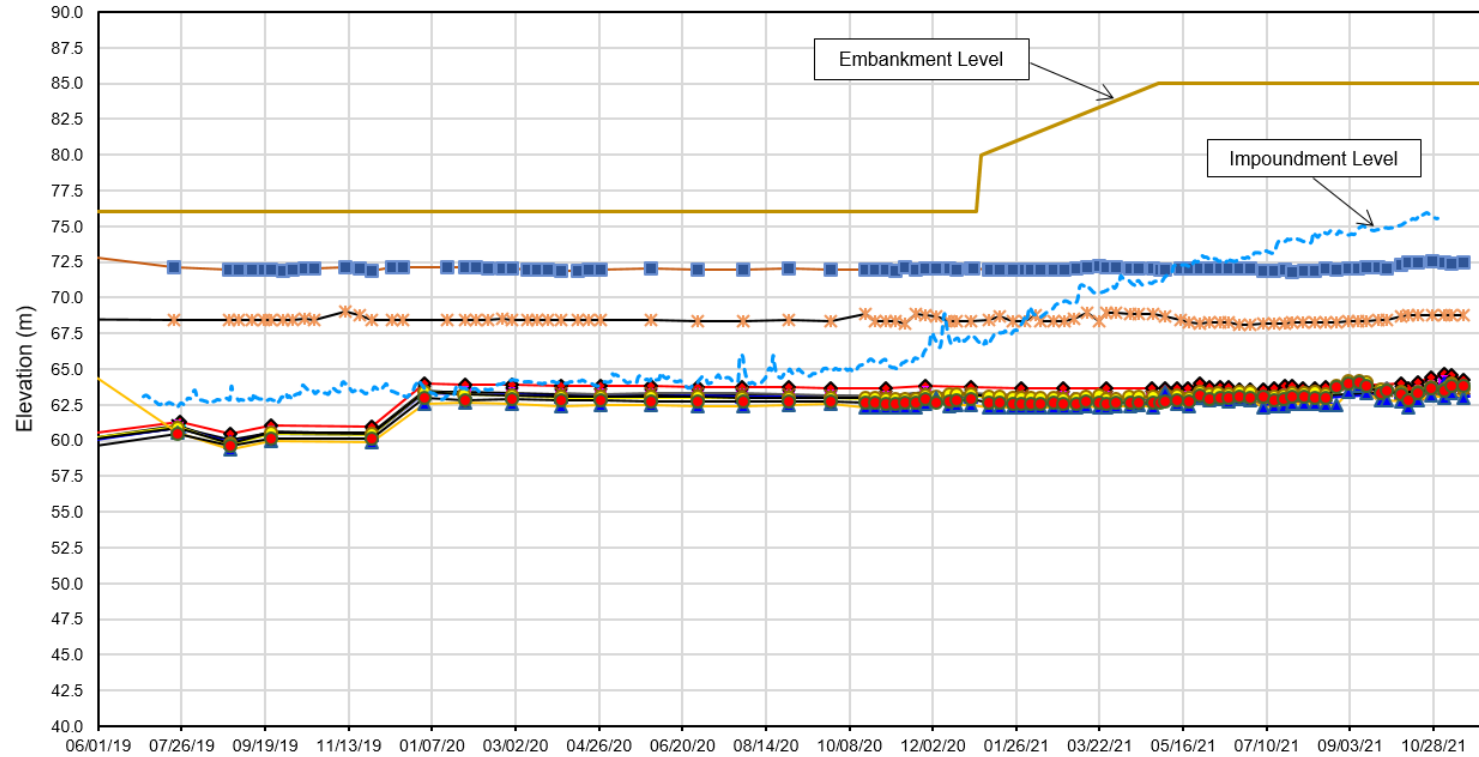


Figura 4.1 – 39: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP1 (Todos los Grupos)

F. Presa Este WRP 2

Se crearon dos (2) grupos de instrumentos para la Presa Este WRP2 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 40** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 7**.

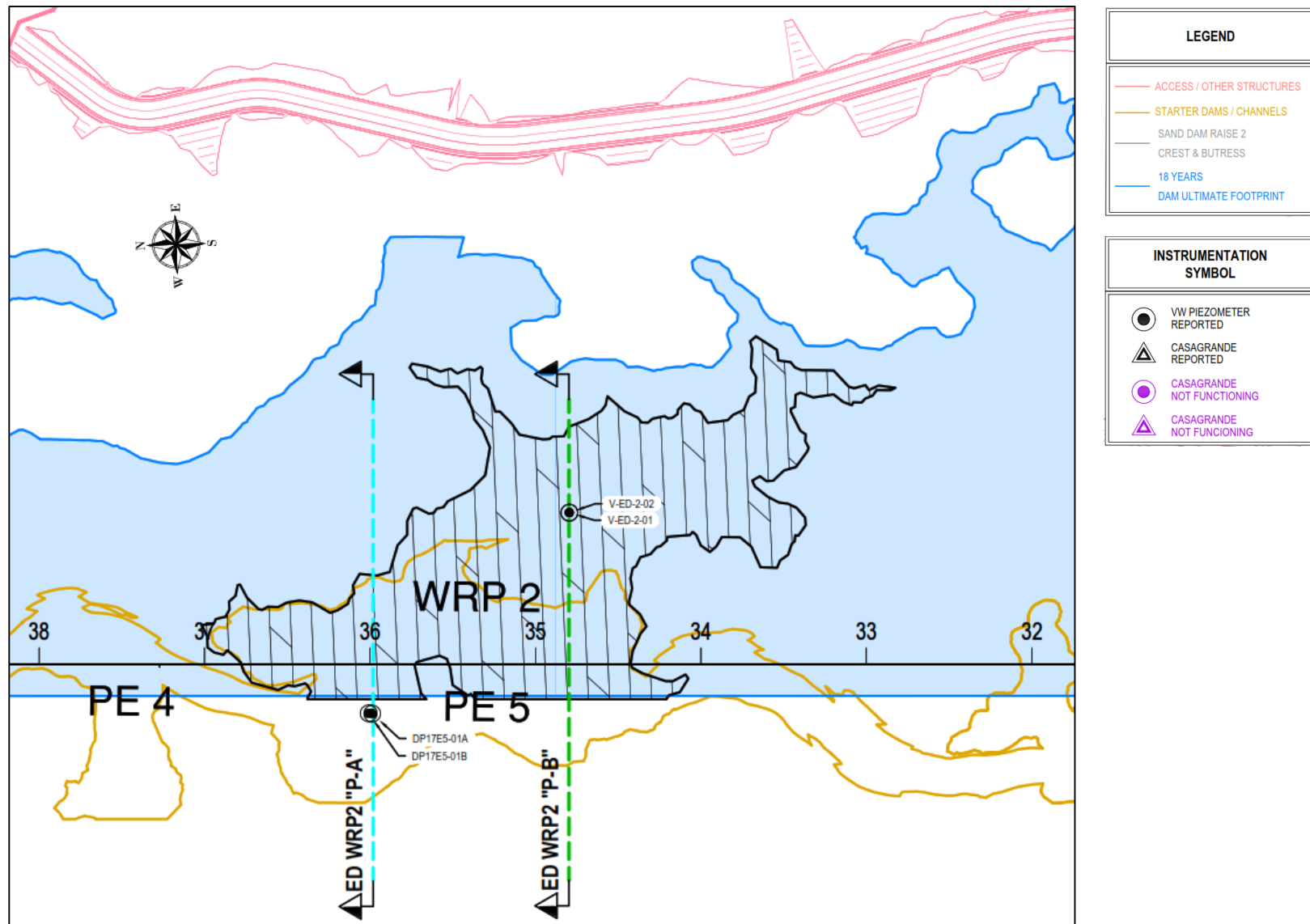


Figura 4.1 – 40: Vista en planta del ED WRP2 - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring								Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading		Previous to Last Reading		Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain				
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)							Current	Previous		
	ED WRP2 "P-A"																		
107	DP17E5-01A	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	75.7	66.0	9-Nov-21	75.8	67.0	80.00	79.00	60.00	75.00	-	-	75.00	77.0	GREEN	Piezo level is approx. at the level of the supernatant
108	DP17E5-01B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	76.1	139.3	9-Nov-21	76.1	139.6	80.00	79.00	60.00	75.00	-	-	75.00	77.0	YELLOW	
	ED WRP2 "P-B"																		
105	V-ED-2-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	74.8	139.9	9-Nov-21	74.9	140.6	75.00	55.00	45.00	75.00	-	-	75.00	77.0	GREEN	
106	V-ED-2-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	74.9	91.9	9-Nov-21	74.9	91.9	75.00	55.00	45.00	75.00	-	-	75.00	77.0	GREEN	

Tabla 4.1 – 7: Grupos Piezómetro y Casagrande en la Presa Este WRP 2

❖ Grupo ED WRP2 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 41** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 43**.

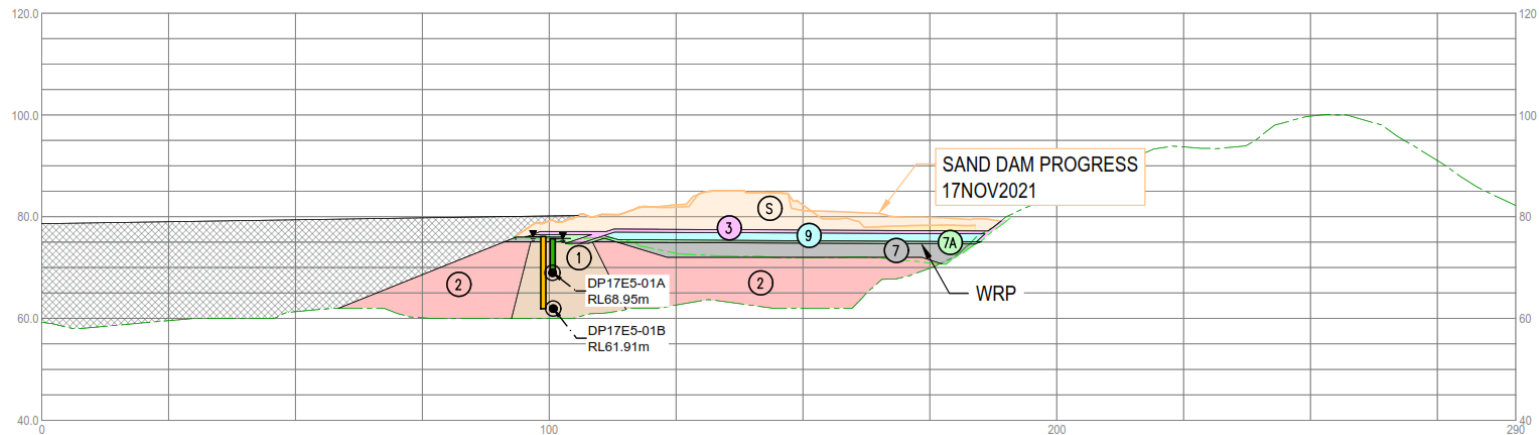


Figura 4.1 – 41: Vista de sección ED WRP2 "P-A"

❖ Grupo ED WRP2 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 42** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 43**.

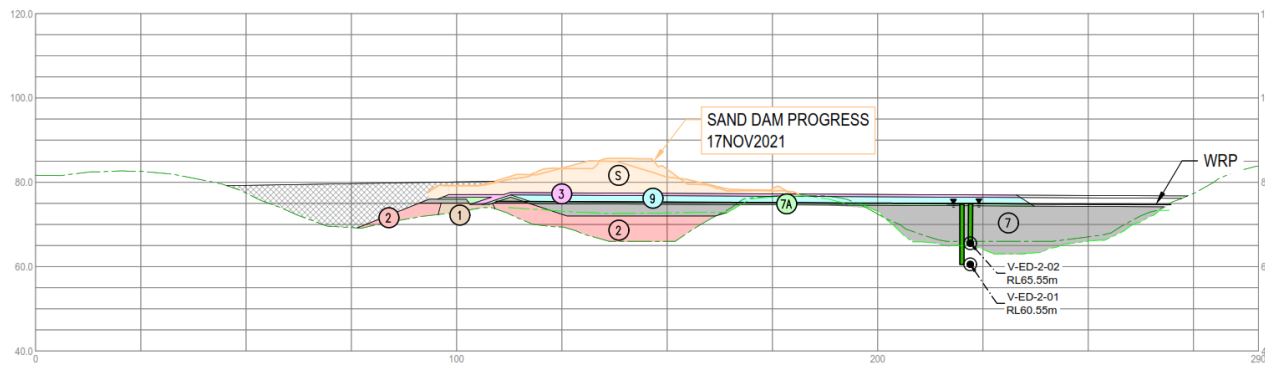


Figura 4.1 – 42: Vista de sección ED WRP2 "P-B"

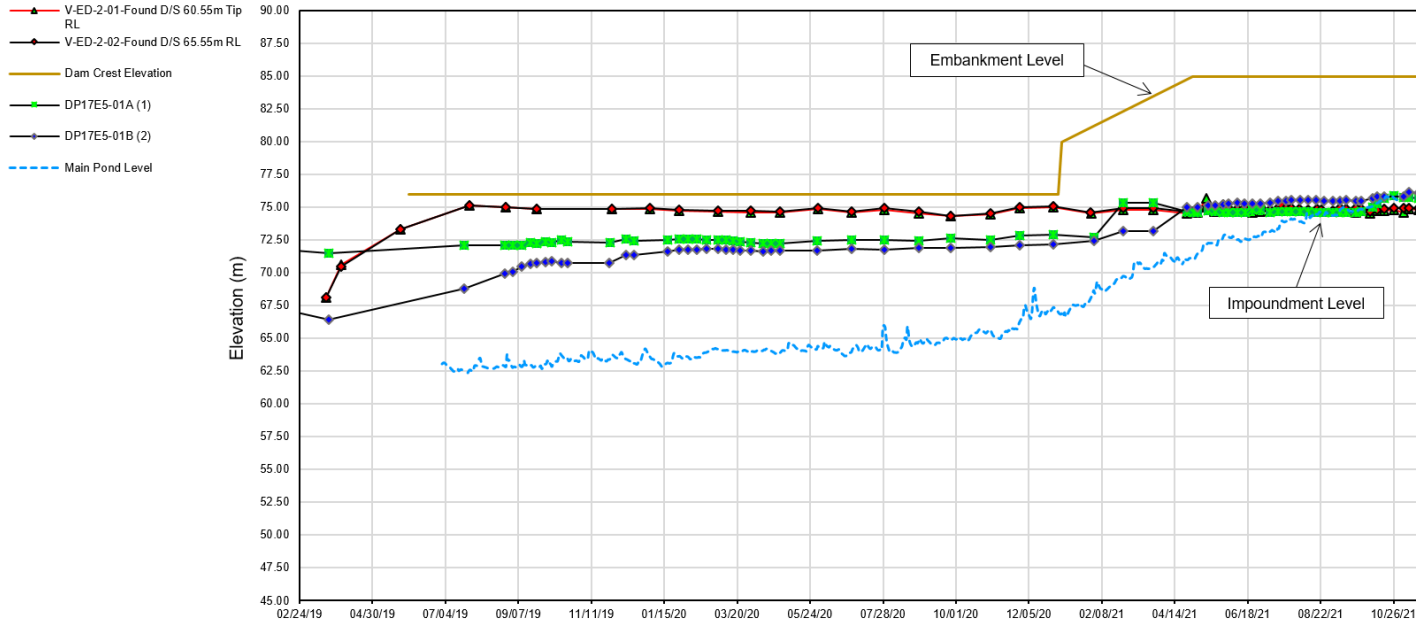


Figura 4.1 – 43: Gráfico de monitoreo histórico ED WRP2 (todos los grupos)

G. Presa Este WRP 3

Se crearon dos (2) grupos de instrumentos para la Presa Este WRP3 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 43** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 8**.

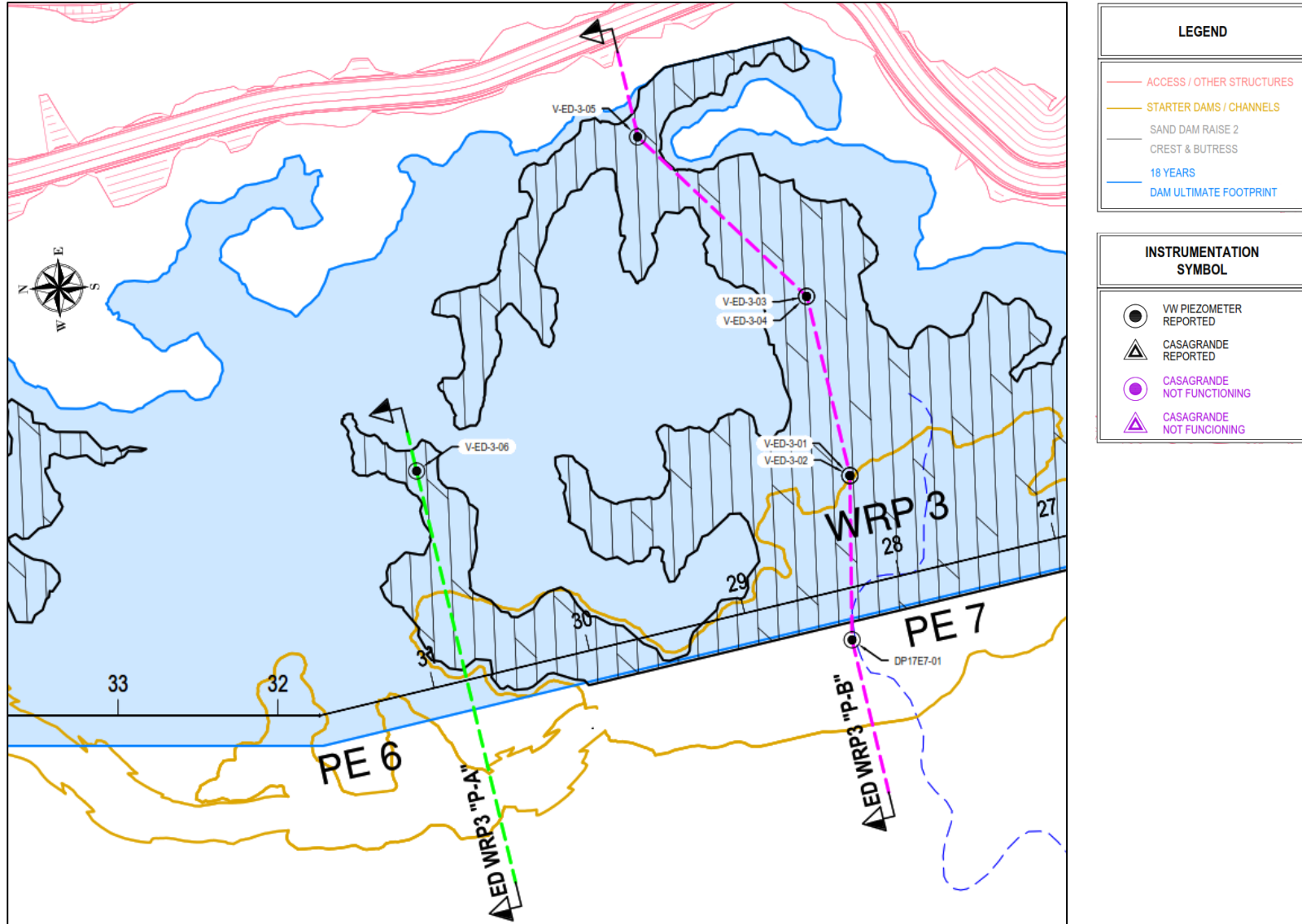


Figura 4.1 – 43: Vista en planta del ED WRP3 - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring								Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading		Previous to Last Reading		Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain				
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)							Current	Previous		
	ED WRP3 "P-A"																		
115	V-ED-3-06	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	70.0	39.3	9-Nov-21	70.2	41.3	73.00	73.00	68.00	75.00	-	-	73.50	75.0	GREEN	
	ED WRP3 "P-B"																		
109	DP17E7-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	74.5	46.2	9-Nov-21	74.5	46.4	80.00	78.00	60.00	75.00	-	-	74.00	77.0	GREEN	
110	V-ED-3-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	69.1	52.1	9-Nov-21	69.4	54.9	80.00	76.00	68.00	75.00	-	-	74.00	77.0	GREEN	
111	V-ED-3-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	69.3	24.4	9-Nov-21	69.6	27.2	80.00	76.00	68.00	75.00	-	-	74.00	77.0	GREEN	
112	V-ED-3-03	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	68.6	65.4	9-Nov-21	68.8	67.4	71.00	71.00	66.00	75.00	-	-	74.00	77.0	GREEN	
113	V-ED-3-04	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	68.4	29.5	9-Nov-21	68.6	31.5	71.00	71.00	66.00	75.00	-	-	74.00	77.0	GREEN	
114	V-ED-3-05	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	67.2	48.8	9-Nov-21	67.3	49.4	69.00	69.00	66.00	75.00	-	-	74.00	77.0	GREEN	

Tabla 4.1 – 8: Grupos Piezómetro y Casagrande en la Presa Este WRP 3

❖ Grupo ED WRP3 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 44** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 45**.

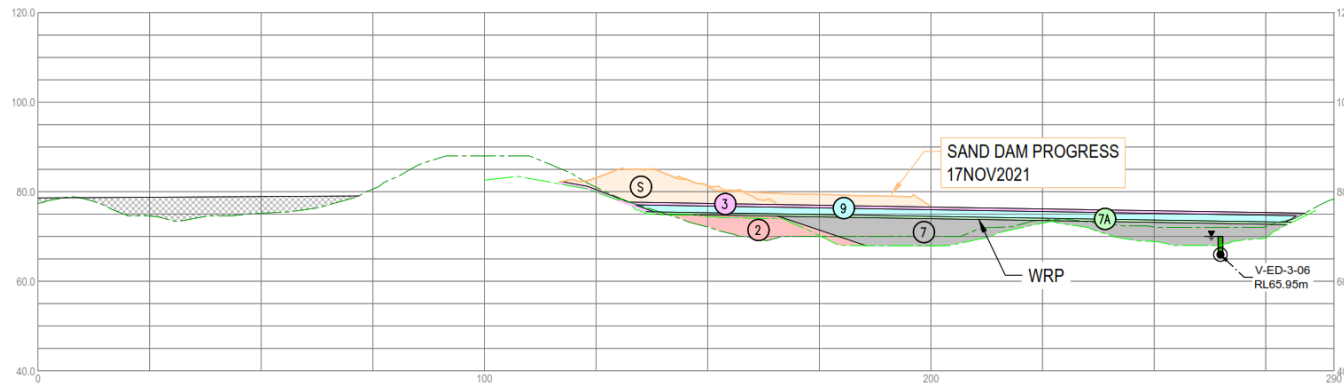


Figura 4.1 – 44: Vista de sección ED WRP3 "P-A"

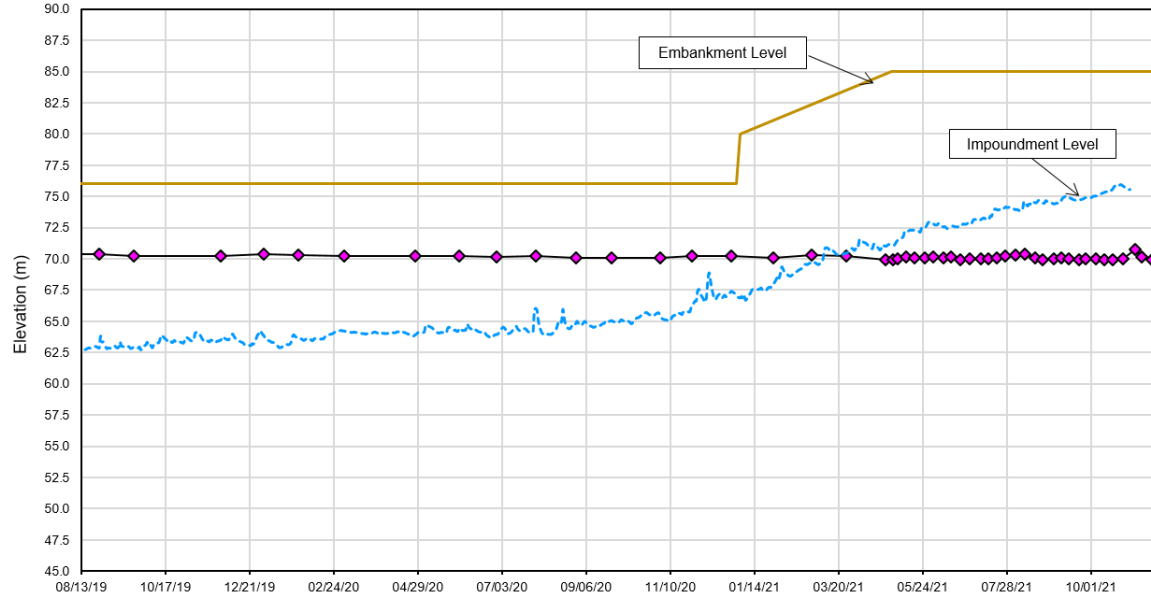


Figura 4.1 – 45: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP3 "P-A" (Grupo 1 en ED WRP3)

❖ Grupo ED WRP3 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 46 a 47** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 48**.

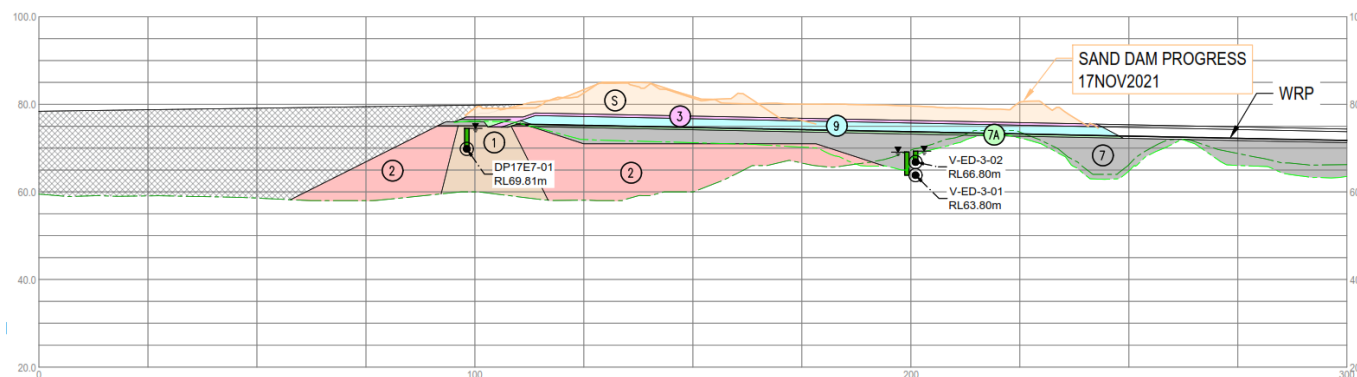


Figura 4.1 – 46: Vista de sección ED WRP3 "P-B" (PARTE 1 DE 2)

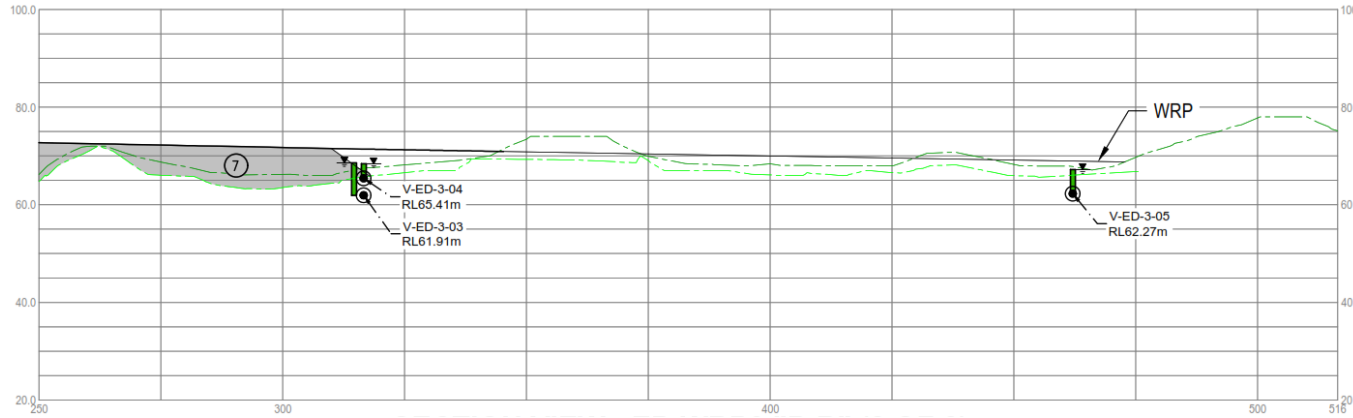


Figura 4.1 – 47: Vista de sección ED WRP3 "P-B" (PARTE 2 DE 2)

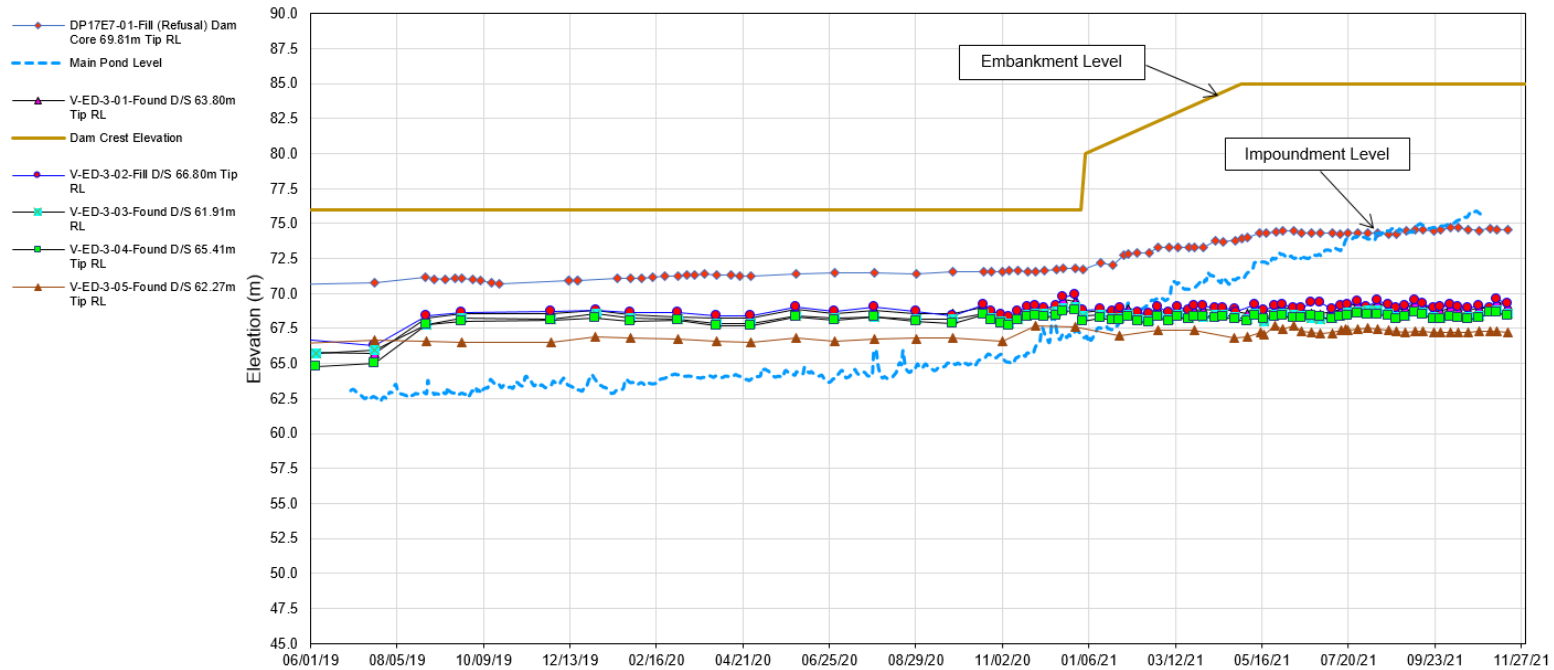


Figura 4.1 – 48: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP3 "P-B" (Grupo 2 en ED WRP3)

H. Presa Este WRP 5

Se crearon cuatro (4) grupos de instrumentos para la Presa Este WRP5 como se proyecta en la **Figura 4.1 – 49** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.1 – 9**.

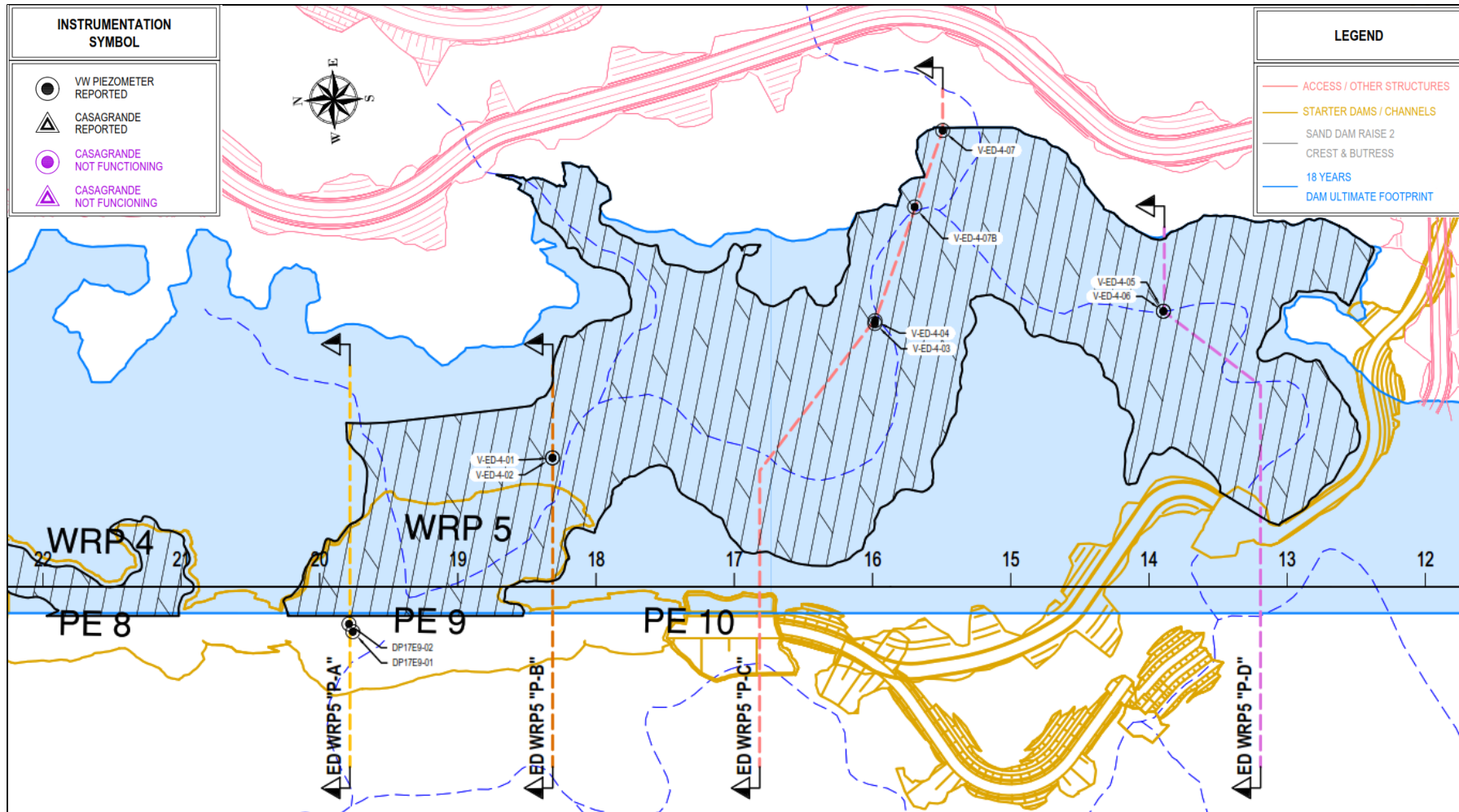


Figura 4.1 – 49: Vista en planta del ED WRP5 - Grupos de instrumentos Piezometro y Casagrande

Item	Instrument ID	Instrument Monitoring									Embankment Elevations Relevant to Calculations of Instrument Threshold Levels (RL (m))								Instrum. Warning Level	Comments
		Pond RL		Last Reading			Previous to Last Reading			Top of Fill		Ground	Starter Dam Core	Starter Dam Blanket Drain	DS Berm Primary Drain	WRP	WRP Primary Drain			
		Date	Elev. (m)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Date	Piezo RL(m)	Press. (Kpa)	Current	Previous									
ED WRP5 "P-A"																				
116	DP17E9-01	-	-	-	-	-	-	-	-	80.00	77.00	57.00	75.00	-	-	74.00	77.0	-	Damaged from March 27th 2021	
117	DP17E9-02	-	-	-	-	-	-	-	-	80.00	77.00	57.00	75.00	-	-	74.00	77.0	-	Damaged from March 27th 2021	
ED WRP5 "P-B"																				
118	V-ED-4-01	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	72.3	137.0	9-Nov-21	73.0	144.5	80.00	74.00	66.00	75.00	-	-	76.00	74.0	GREEN		
119	V-ED-4-02	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	72.2	96.5	9-Nov-21	72.9	103.9	80.00	74.00	66.00	75.00	-	-	76.00	74.0	GREEN		
ED WRP5 "P-C"																				
120	V-ED-4-03	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	69.9	105.2	9-Nov-21	70.7	113.1	76.00	76.00	68.00	75.00	-	-	77.10	75.0	GREEN		
121	V-ED-4-04	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	70.9	46.2	9-Nov-21	70.9	46.2	76.00	76.00	68.00	75.00	-	-	77.10	75.0	GREEN		
122	V-ED-4-07	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	70.3	72.6	9-Nov-21	70.1	70.4	72.00	-	70.00	75.00	-	-	77.10	75.0	GREEN		
120	V-ED-4-07B	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	70.9	93.2	9-Nov-21	71.6	99.7	72.00	-	70.00	75.00	-	-	77.10	75.0	GREEN		
ED WRP5 "P-D"																				
123	V-ED-4-05	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	72.3	48.1	9-Nov-21	72.6	51.3	72.00	-	71.00	75.00	-	-	82.10	80.0	GREEN		
124	V-ED-4-06	17-Nov-21	76.09	17-Nov-21	72.1	16.5	9-Nov-21	72.4	20.1	72.00	-	71.00	75.00	-	-	82.10	80.0	GREEN		

Tabla 4.1 – 9: Grupos Piezómetro y Casagrande en la Presa Este WRP 5

❖ Grupo ED WRP5 "P-A":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 50** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 51**.

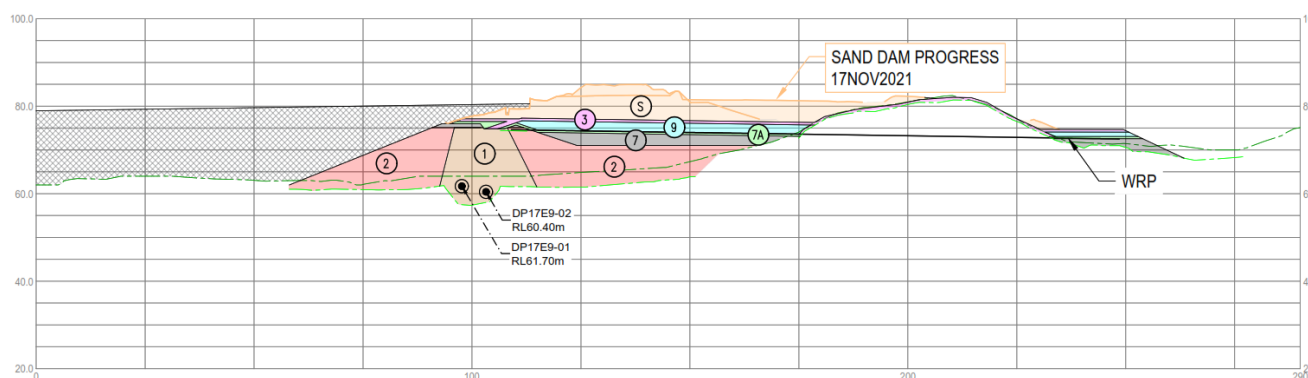


Figura 4.1 – 50: Vista de sección ED WRP5 "P-A"

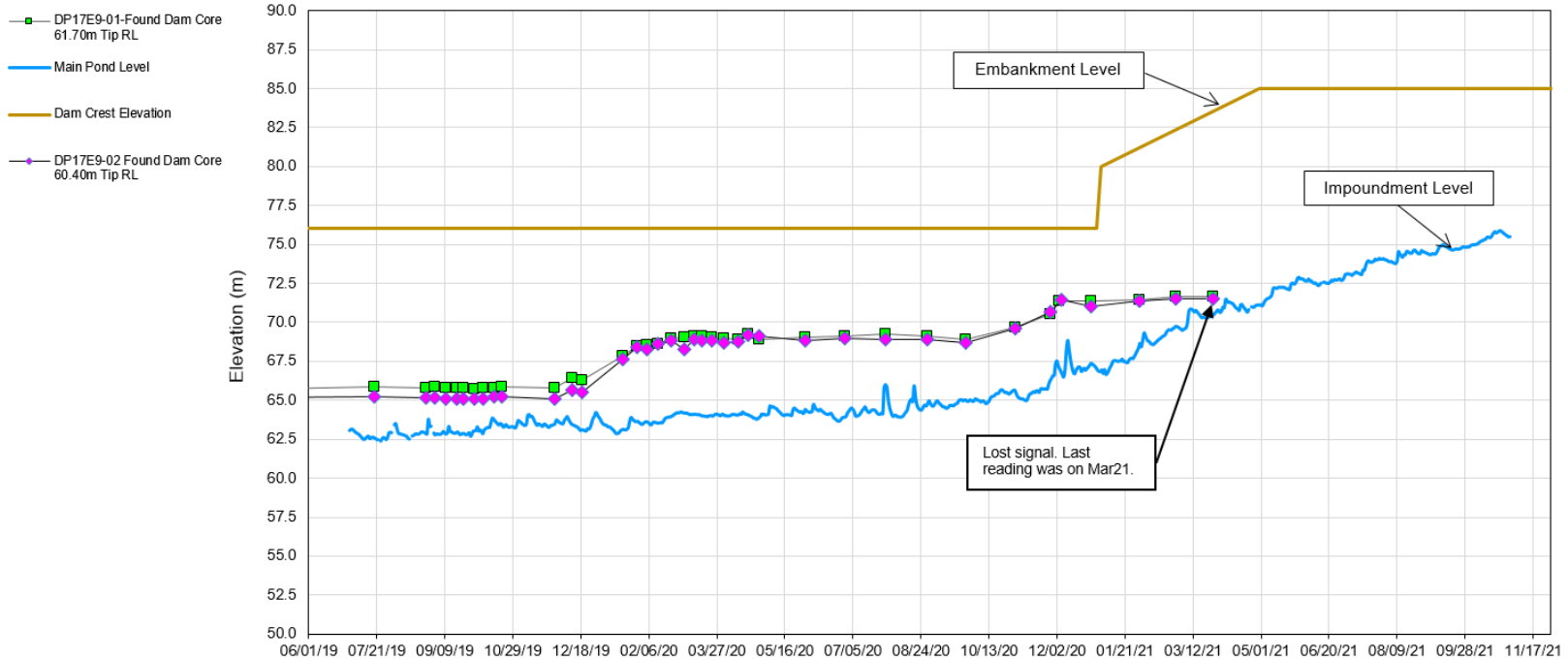


Figura 4.1 – 51: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP5 "P-A" (Grupo 1 en ED WRP5)

❖ Grupo ED WRP5 "P-B":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 52** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 53**.

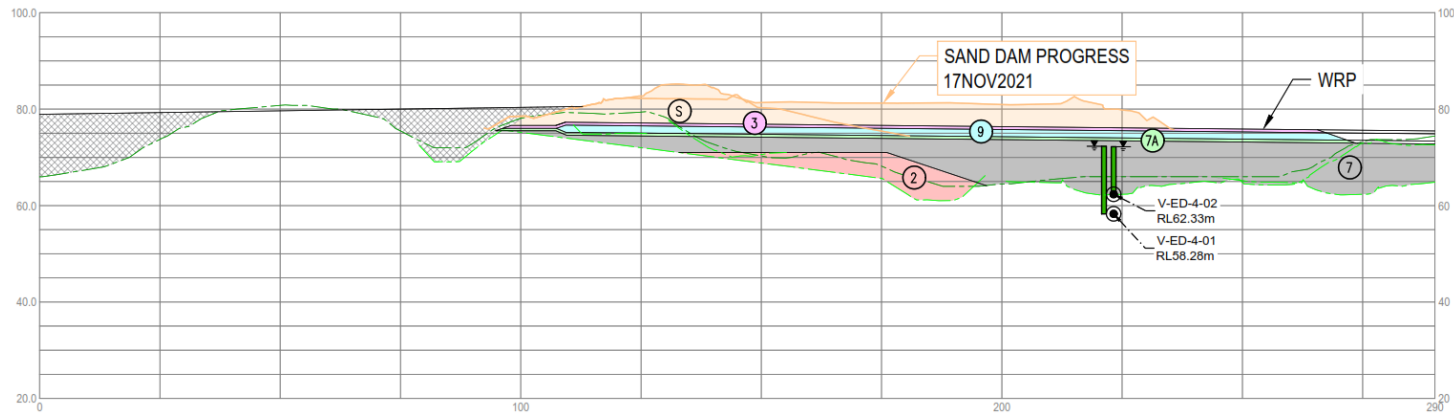


Figura 4.1 – 52: Vista de sección ED WRP5 "P-B"

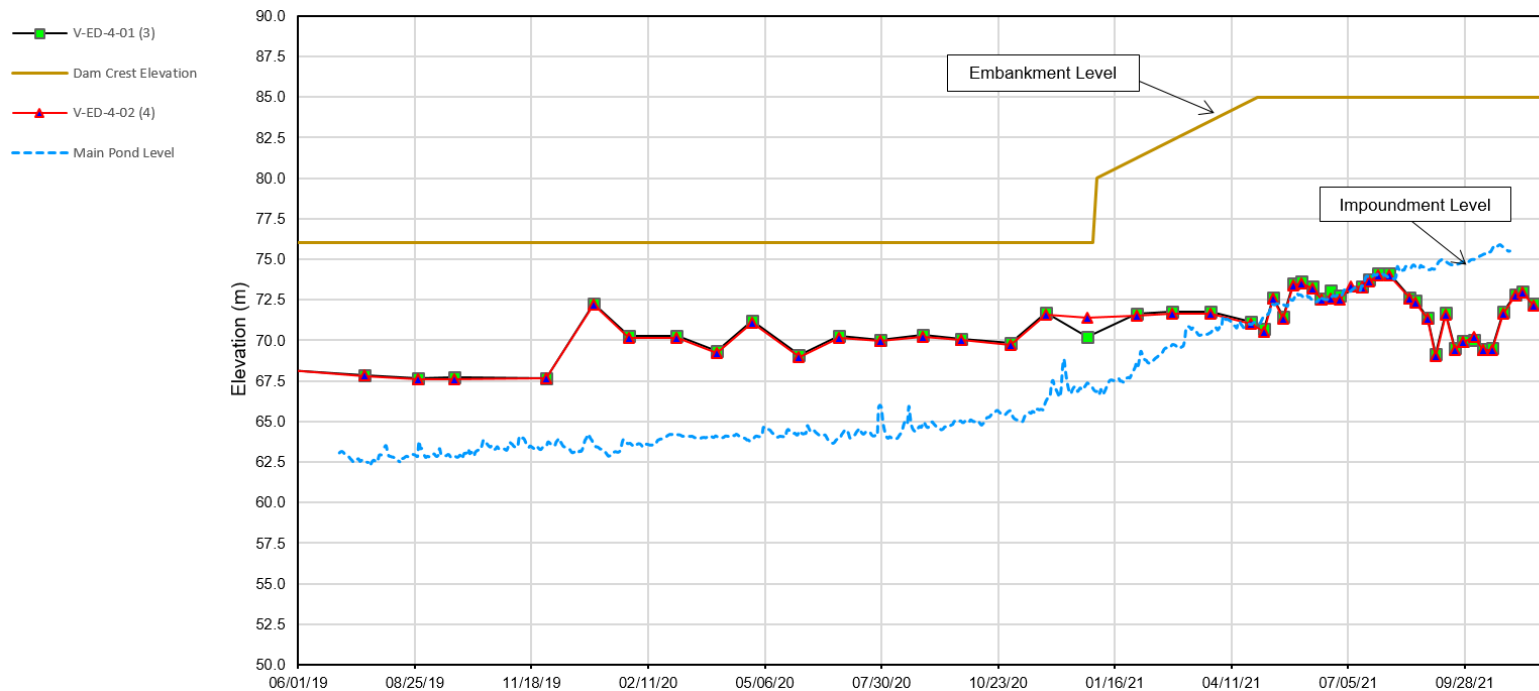


Figura 4.1 – 53: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP5 "P-B" (Grupo 2 en ED WRP5)

❖ Grupo ED WRP5 "P-C":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 54 a 55** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 56**.

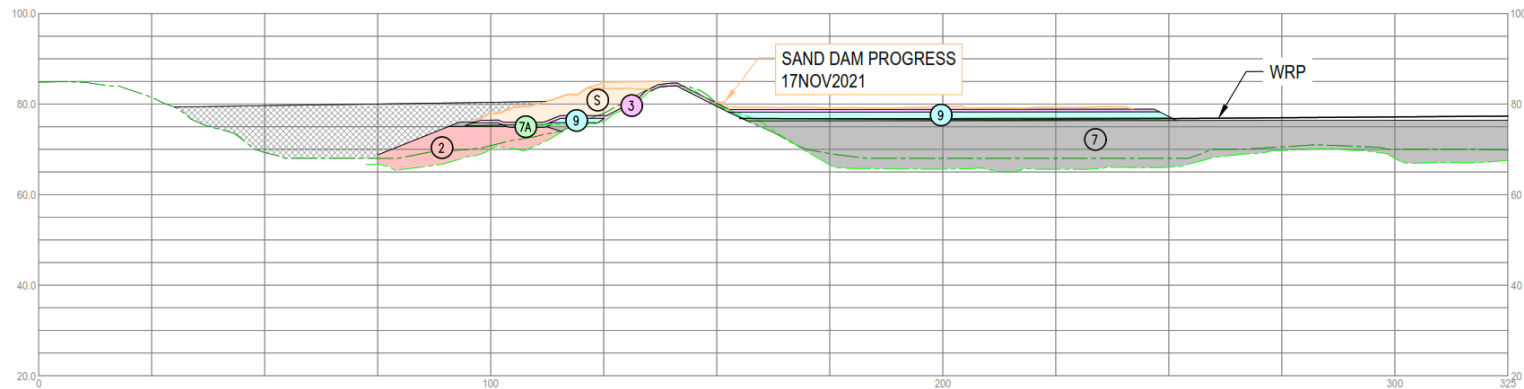


Figura 4.1 – 54: Vista de la sección "P-C" del ED WRP5 (1 de 2)

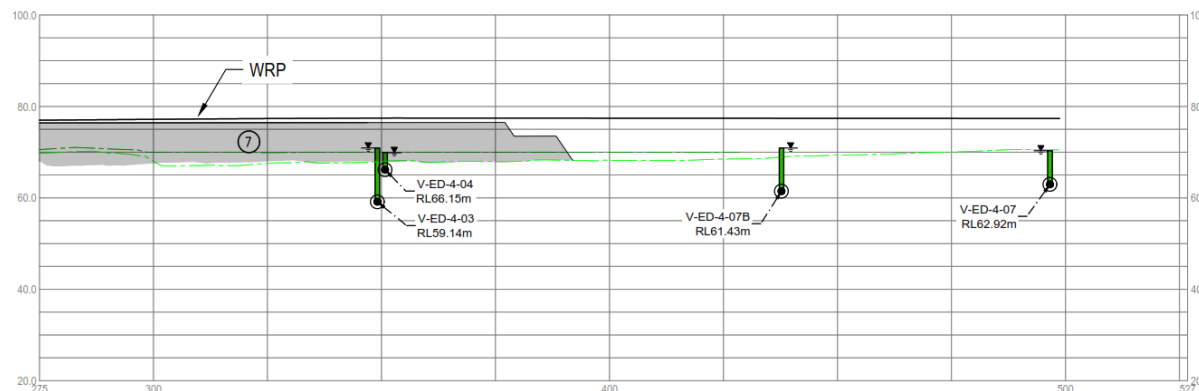


Figura 4.1 – 55: Vista de la sección "P-C" del ED WRP5 (2 de 2)

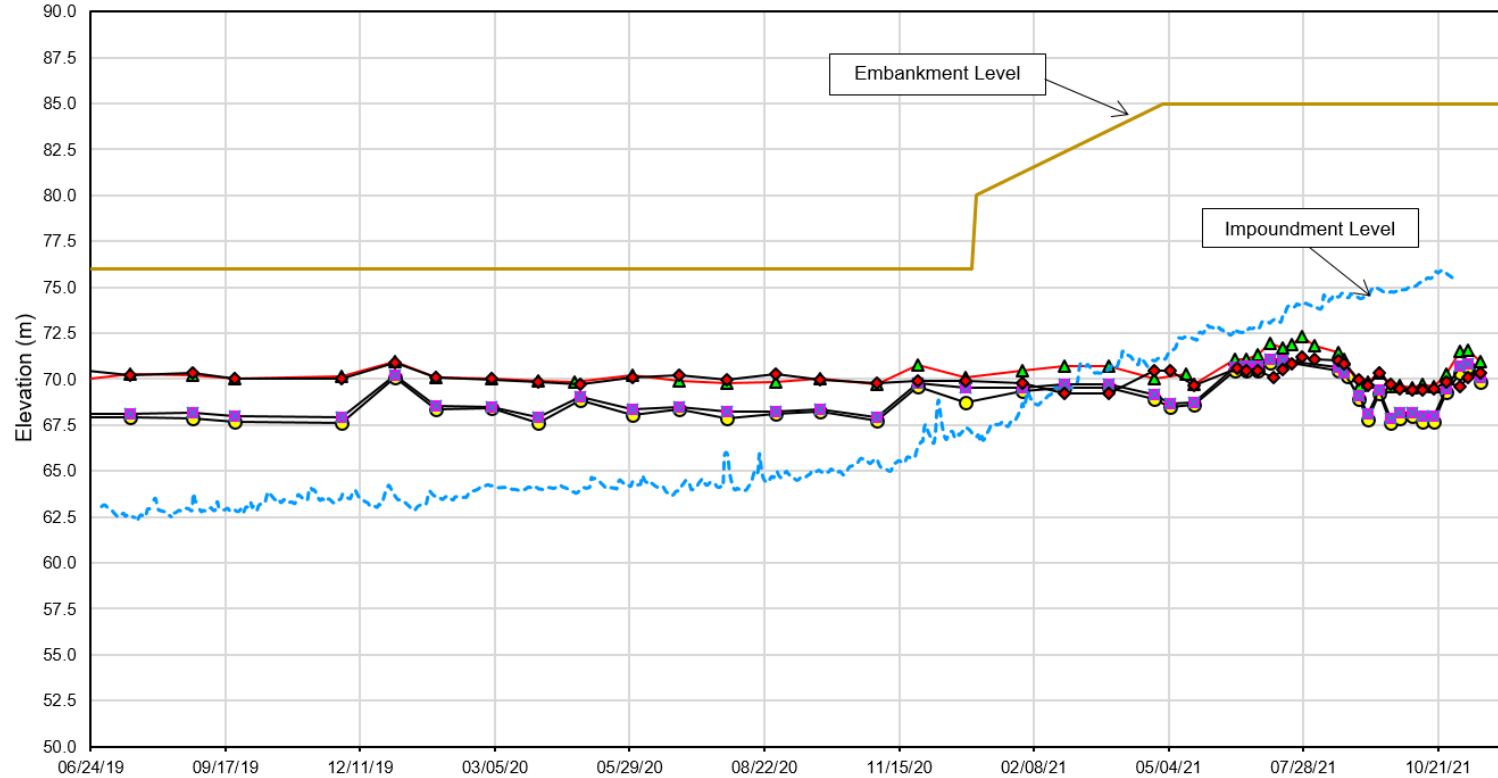


Figura 4.1 – 56: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP5 "P-C" (Grupo 3 en ED WRP5)

❖ Grupo ED WRP5 "P-D":

Los instrumentos relevantes para este grupo se han proyectado en la vista de sección transversal que se muestra en la **Figura 4.1 – 57 a 58** que muestra la interrelación del instrumento con el As-Built del terraplén.

Los datos históricos de monitoreo de los instrumentos se muestran en la **Figura 4.1 – 59**.

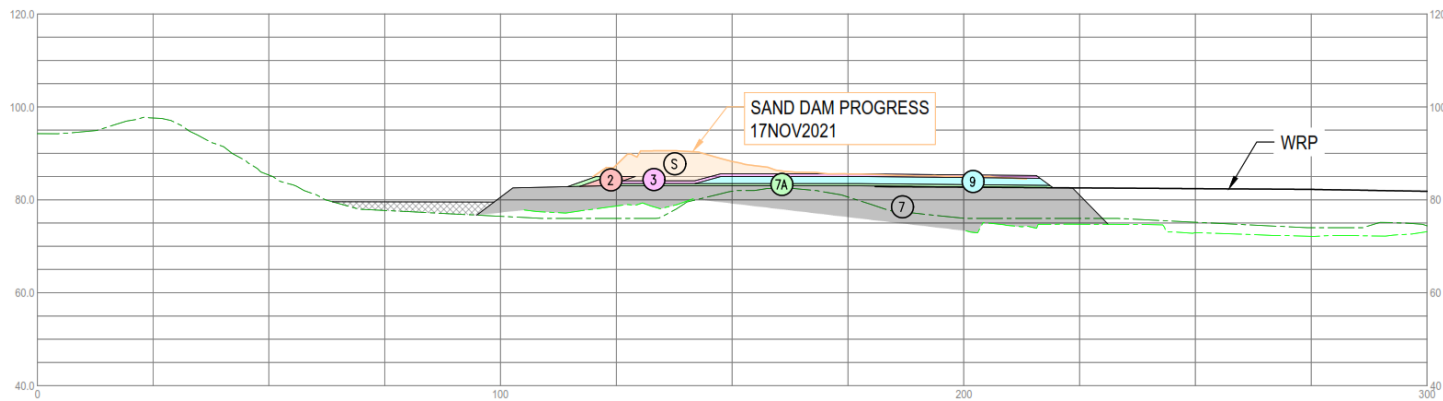


Figura 4.1 – 57: Vista de sección ED WRP5 "P-D" (1 de 2)

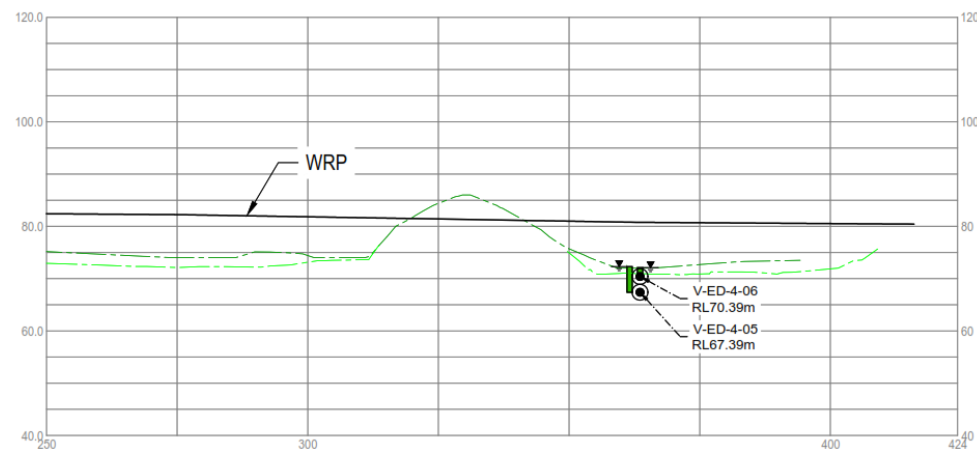


Figura 4.1 – 58: Vista de la sección "P-D" del ED WRP5 (2 de 2)

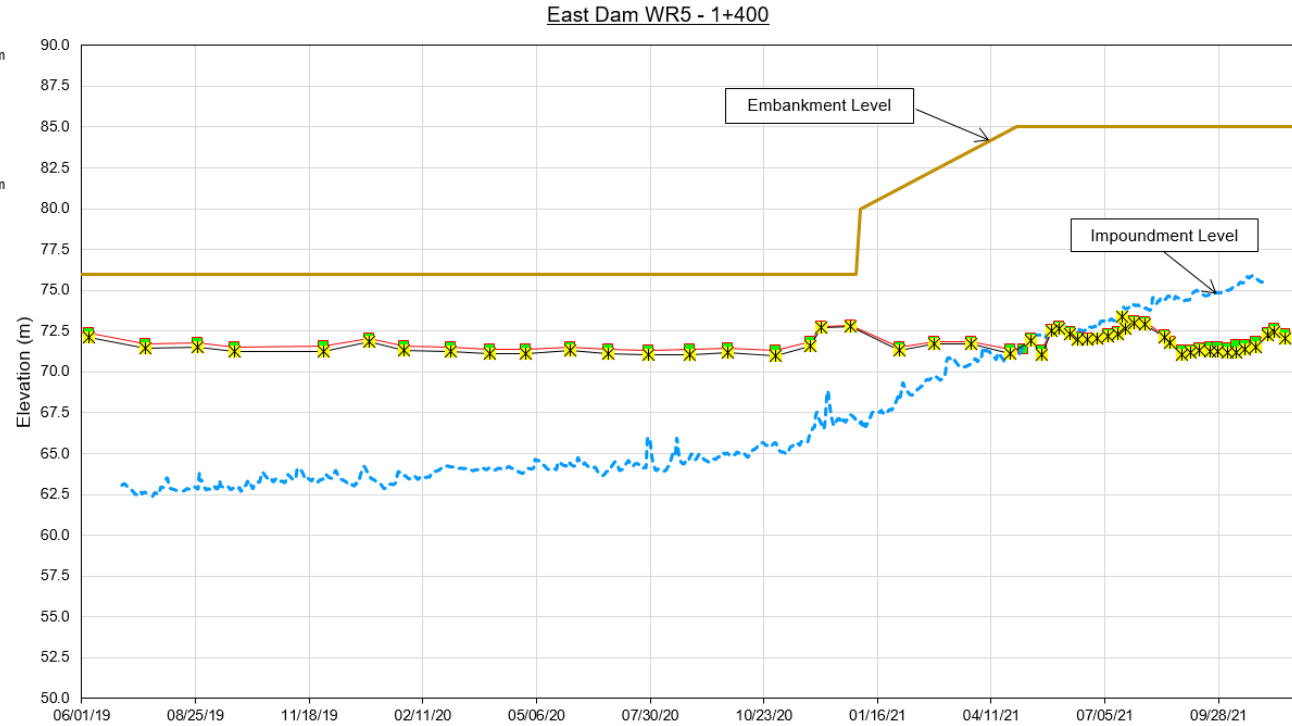


Figura 4.1 – 59: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP5 "P-D" (Grupo 4 en ED WRP5)

4.2. Célula de asentamiento

Un total de treinta y dos (32) celdas de asentamiento están actualmente instaladas en el TMF, sin embargo, trece (13) se consideran dañadas/defectuosas y deben reemplazarse en la Fase de Instalación de Instrumentación tres (3).

Con la intención de ayudar en la interpretación de los datos, los instrumentos se han dividido en grupos en cada uno de los terraplenes (presa norte y presa este) como se detalla en la Tabla 4.2.1

North Dam Instrument Groups		East Dam Instrument Groups	
Sector 1	ND S1 "S-A"	WRP 1	ED WRP1 "S-A"
	ND S1 "S-B"		-
Sector 2	ND S2 "S-A"	WRP 2	ED WRP2 "S-A"
Sector 3	ND S3 "S-A"	WRP 3	ED WRP3 "S-A"
Sector 4	ND S4 "S-A"	WRP 4	ED WRP5 "S-A"

Tabla 4.2 – 1: Grupos de células de asentamiento para la presa norte y la presa este

A. Presa Norte Sector 1

Se crearon dos (2) grupos de instrumentos para la presa norte S1 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 1** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 2**.

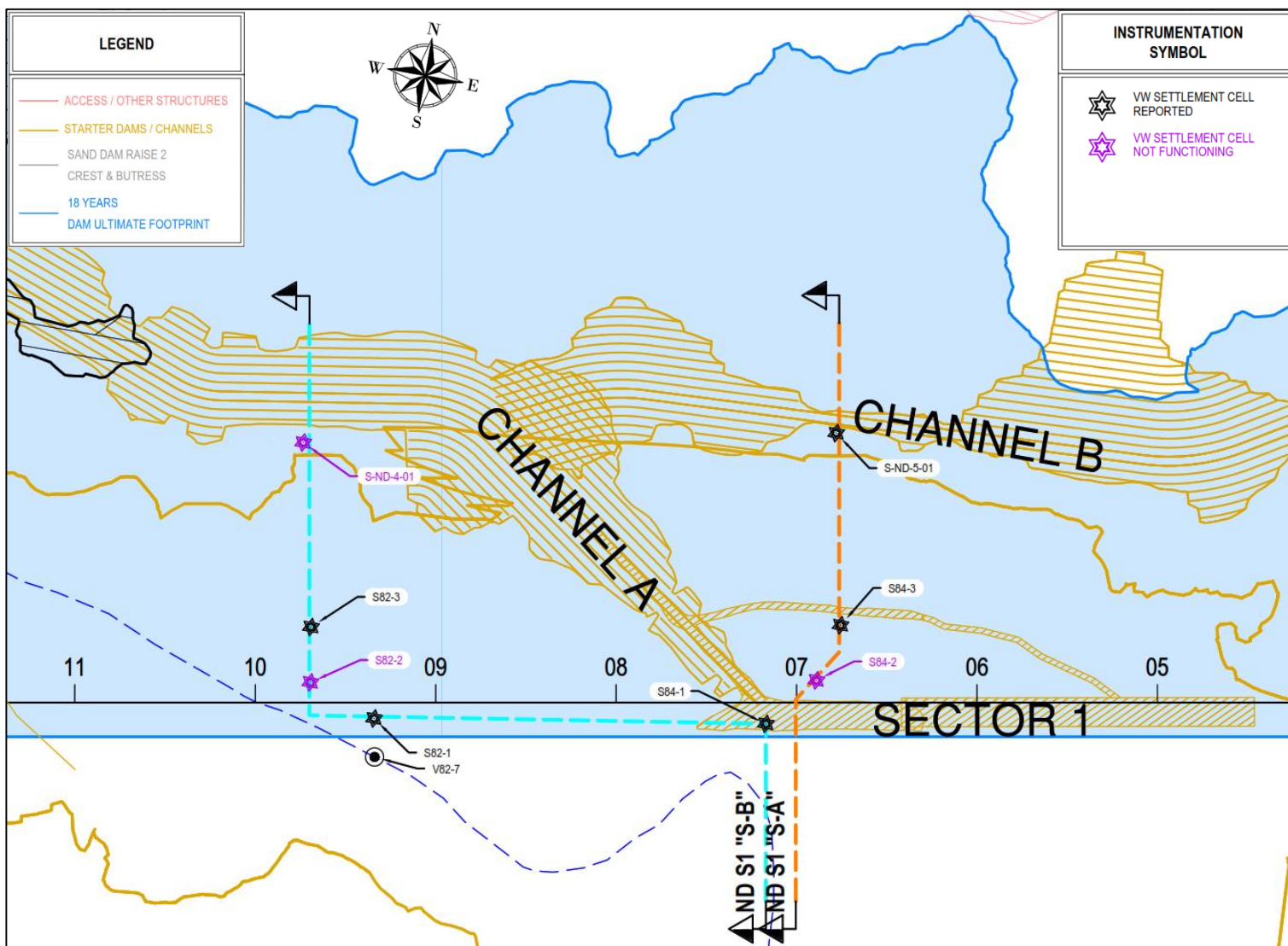


Figura 4.2 – 1: Vista del plano del sector 1 de ND - Grupos de instrumentos de la célula de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring										Instrum. Warning Level		
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)		Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)				Fill Works RL (m)	
									Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative		Current	Previous
ND S1 "S-A"																				
1	S-ND-5-01	44.25	20.55	Yes	Dam D/S berm toe	Foundation	sound rock	5-Nov-21	-18.92	-443.05	26-Oct-21	-18.92	-424.13	31-Oct-20	-121.34	-267.17	61.00	-	GREEN	
2	S84-2	63.24	24.71	No	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85.40	-	-	
3	S84-3	57.22	25.77	No	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76.00	-	-	
ND S1 "S-B"																				
5	S82-1	70.60	26.12	Yes	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	17-Nov-21	-16.77	-26.83	9-Nov-21	5.03	-10.06	29-Nov-20	8.39	-410.87	82.00	-	GREEN	
7	S82-3	53.50	25.23	Yes	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	10-Nov-21	-4.43	-352.53	9-Nov-21	-1.11	-348.10	1-Nov-20	-24.39	-253.87	74.70	-	GREEN	
8	S84-1	71.15	25.51	Yes	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	17-Nov-21	97.13	2368.88	9-Nov-21	-74.08	2271.76	13-Nov-20	31.28	83.96	81.50	-	RED	
6	S82-2	63.70	25.67	No	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85.00	-	-	
4	S-ND-4-01	40.77	9.90	No	Dam D/S berm toe	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.50	-	-	

Tabla 4.2 – 2: Grupos de Células de Asentamiento en el Sector 1 de la Represa Norte

❖ Grupo ND S1 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 2**.

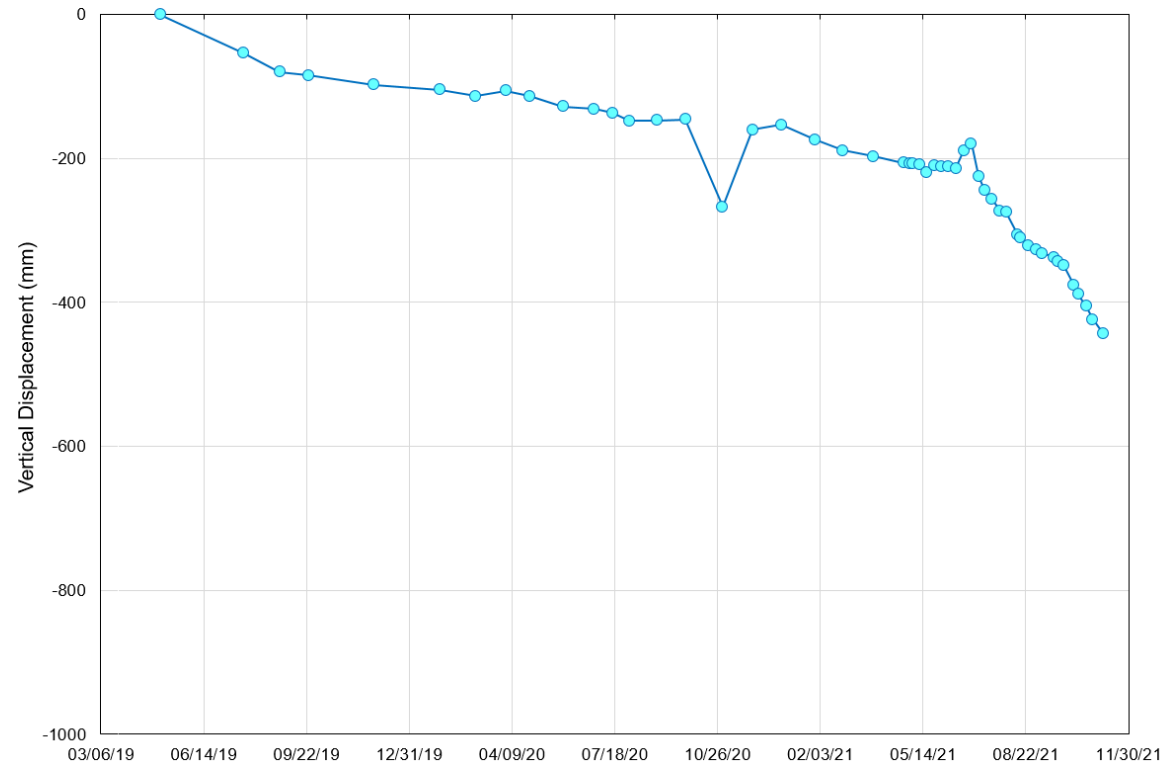


Figura 4.2 – 2: Gráfico de monitoreo histórico "S-A" de ND S1 (Grupo 1 en ND Sector 1)

❖ Grupo ND S1 "S-B":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 3**.

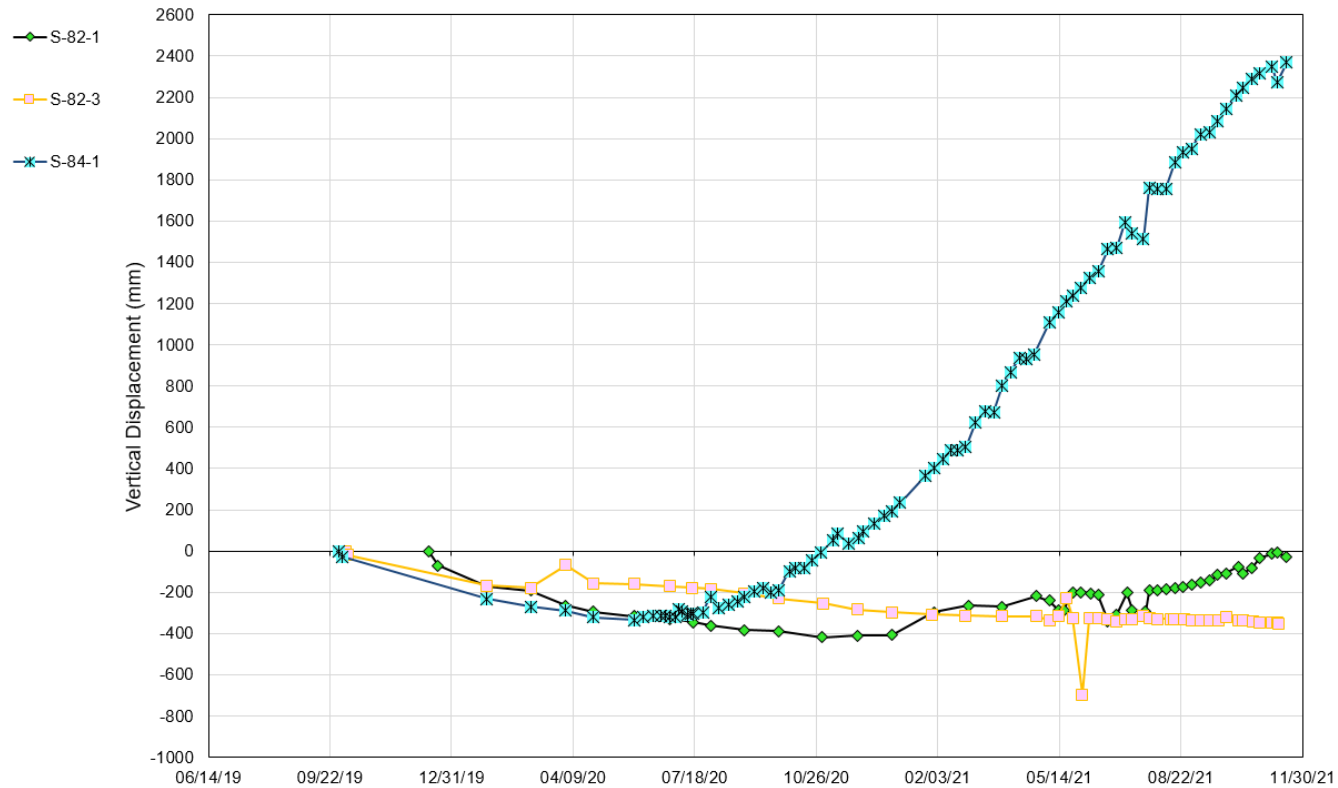


Figura 4.2 – 3: Vista en planta del sector 1 de ND - Grupos de instrumentos Piezometer y Casagrande

B. Presa Norte Sector 2

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la presa norte S2 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 4** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 3**.

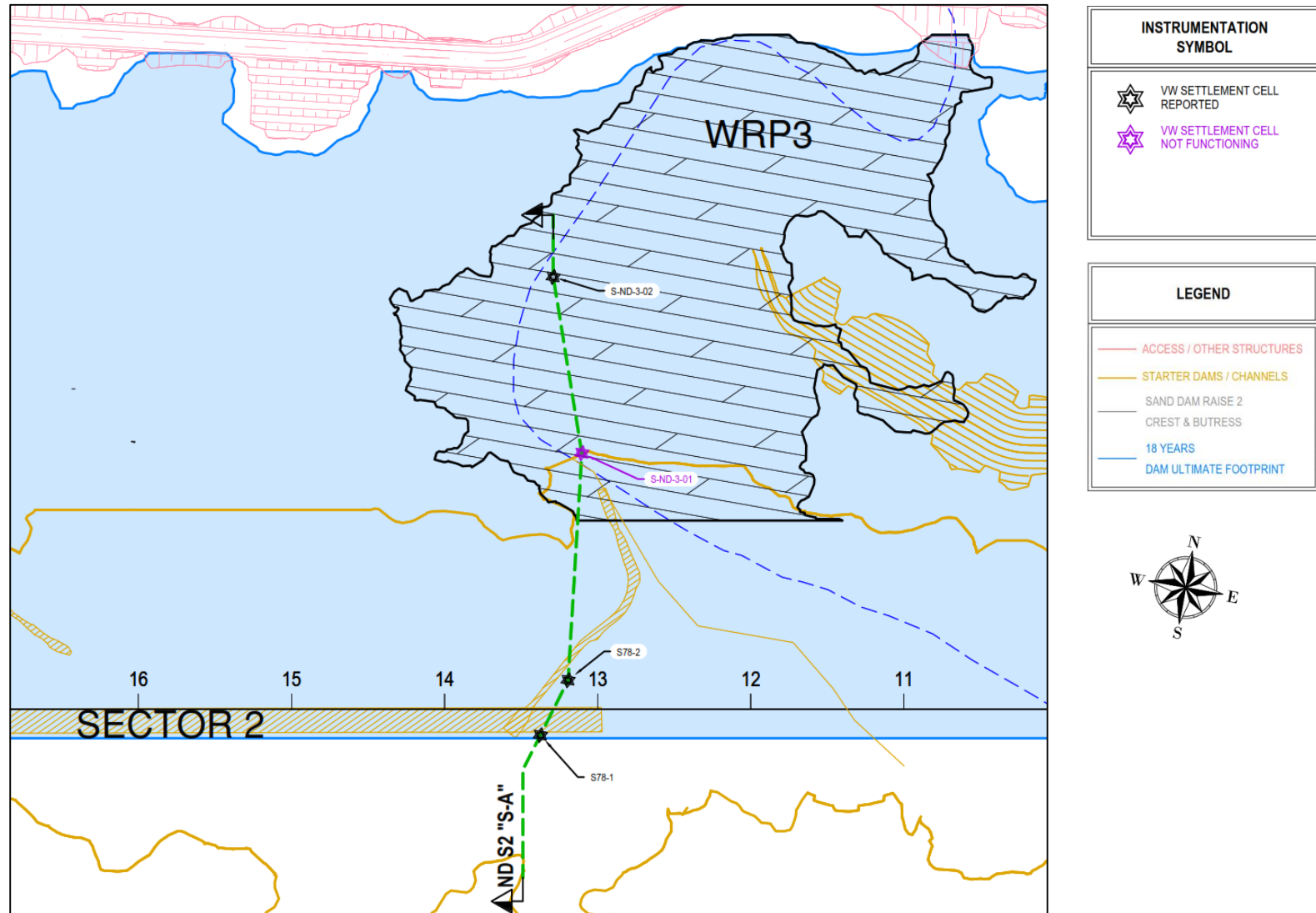


Figura 4.2 – 4: ND Sector 2 Vista en planta de grupos de instrumentos de células de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring										Instrum. Warning Level		
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)		Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)				Fill Works RL (m)	
									Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative		Current	Previous
ND S2 "S-A"																				
11	S78-1	73.75	34.54	Yes	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	17-Nov-21	-9.28	-753.81	9-Nov-21	-3.48	-744.53	1-Nov-20	1.16	-510.27	80.00	-	GREEN	
12	S78-2	62.23	24.85	Yes	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	17-Nov-21	-2.25	279.00	9-Nov-21	-1.13	281.25	13-Nov-20	12.38	434.25	84.00	-	GREEN	
9	S-ND-3-02	37.28	10.40	Yes	N WRP 3	Foundation	sound rock	17-Nov-21	16.85	136.04	15-Jun-21	1.23	119.19	28-Jun-20	-9.04	104.80	47.00	-	GREEN	
10	S-ND-3-01	44.74	18.93	No	Dam D/S berm toe	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.00	-	-	

Tabla 4.2 – 3: Grupos de células de asentamiento en el sector 2 de la presa norte

❖ Grupo ND S2 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 4.**

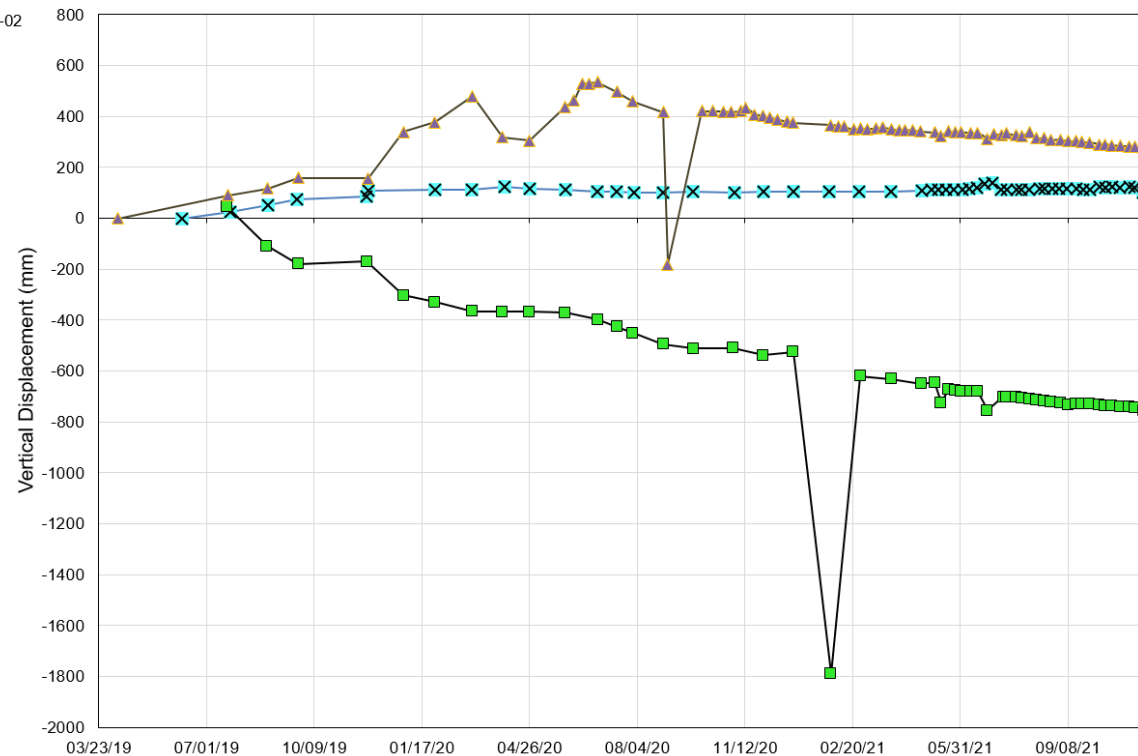


Figura 4.2 – 5: Gráfico de Monitoreo Histórico ND S2 "S-A" (Grupo en ND Sector 2)

C. Presa Norte Sector 3

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la presa norte S3 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 6** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 4**.

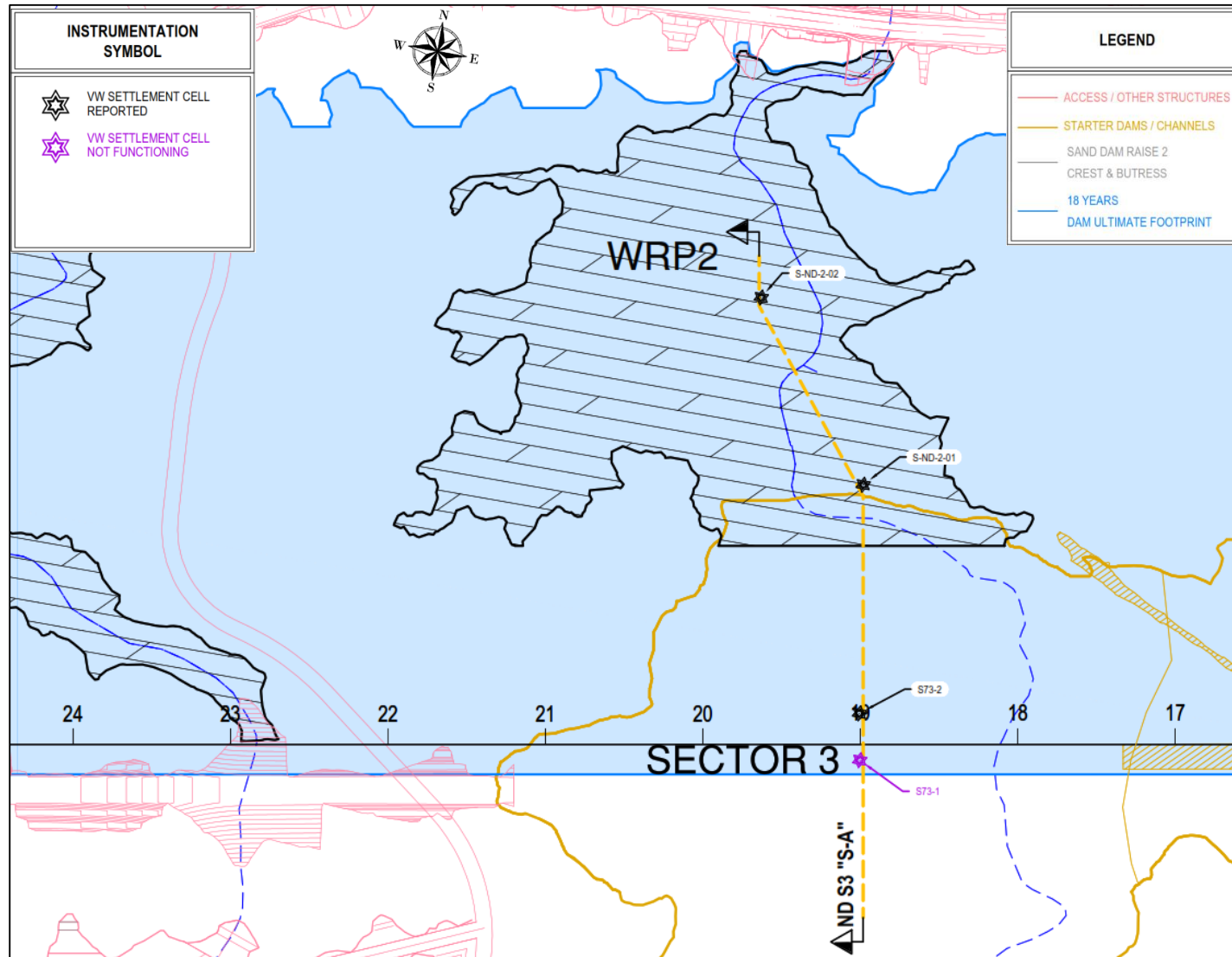


Figura 4.2 – 6: Vista en planta del sector 3 de ND - Grupos de instrumentos de la célula de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring										Instrum. Warning Level		
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)		Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)				Fill Works RL (m)	
									Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative		Current	Previous
ND S3 "S-A"																				
14	S-ND-2-01	44.16	17.86	Yes	Dam D/S berm toe	Foundation	sound rock	17-Nov-21	-1.09	850.03	9-Nov-21	9.78	851.12	31-Oct-20	-3.26	552.20	57.00	-	GREEN	
13	S-ND-2-02	41.04	14.51	Yes	N WRP 2	Foundation	sound rock	17-Nov-21	0.00	398.88	9-Nov-21	0.00	398.88	14-Nov-20	1.14	551.15	47.00	-	GREEN	
15	S73-1	70.64	32.56	No	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85.00	-	-	
16	S73-2	60.14	32.11	No	Dam D/S shoulder	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84.50	-	-	

Cuadro 4.2 – 4: Grupos de células de asentamiento en el sector 3 de la presa norte

❖ Grupo ND S3 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 7.**

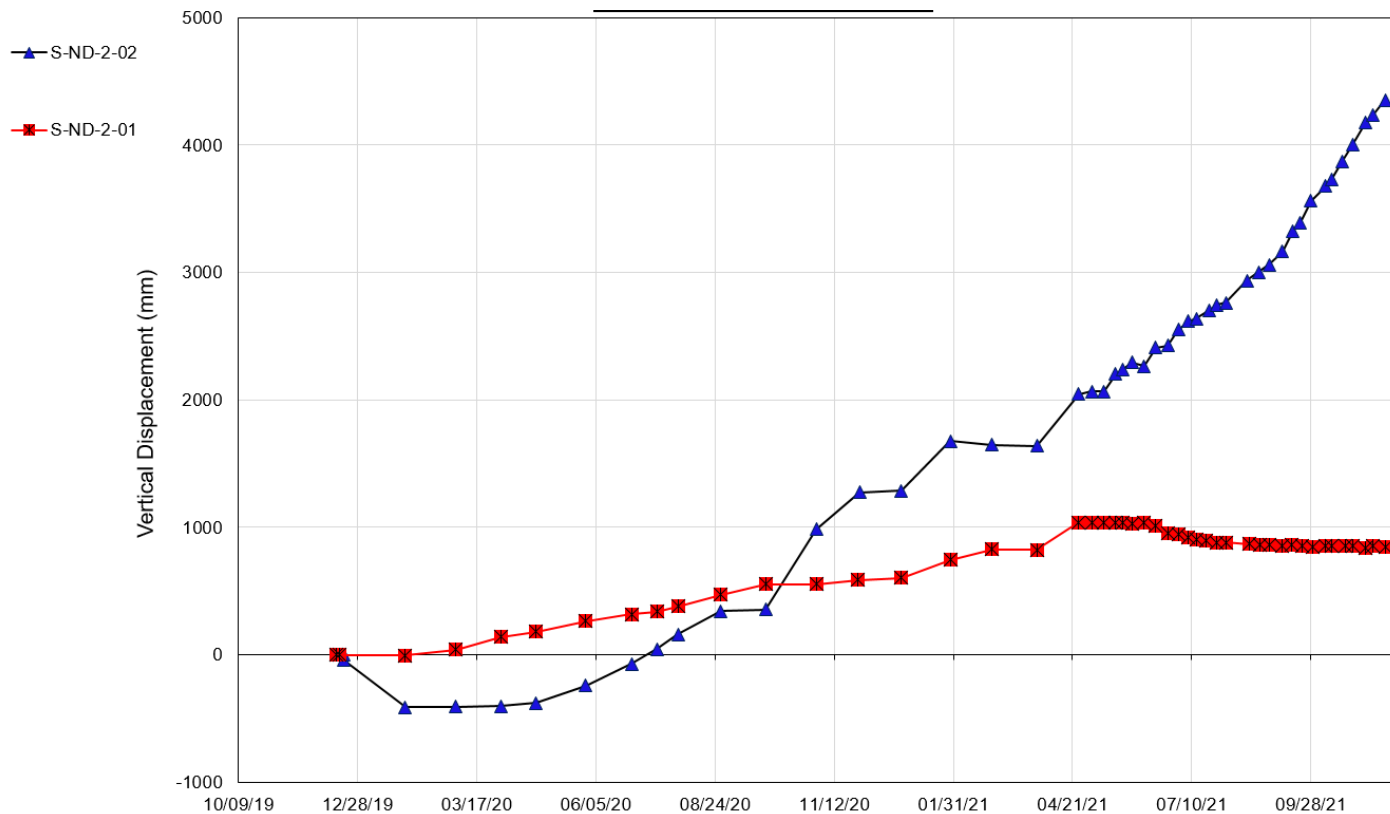


Figura 4.2 – 7: Gráfico de Monitoreo Histórico ND S3 "S-A" (Grupo en ND Sector 3)

D. Presa Norte Sector 4

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la presa norte S4 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 8** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 5**.

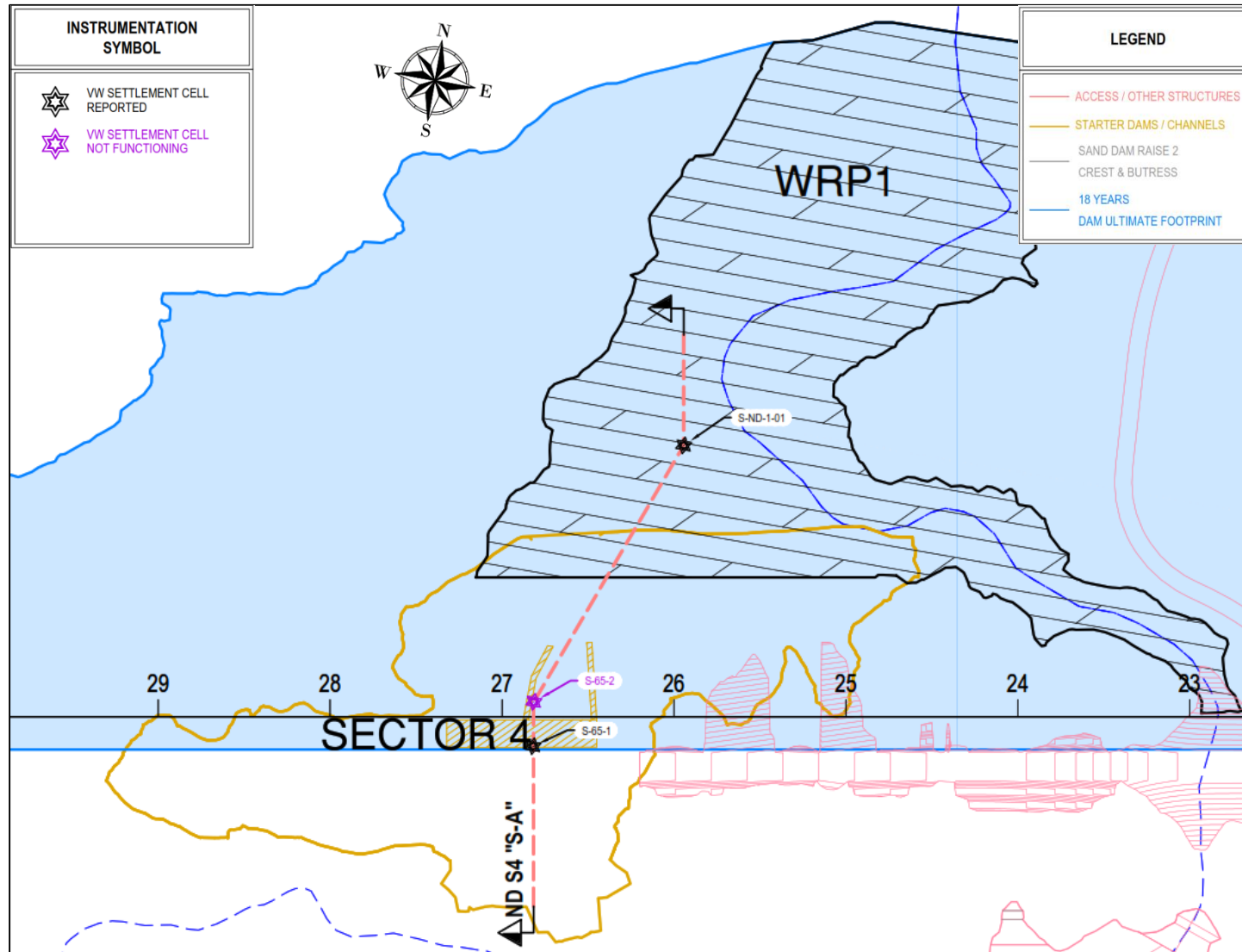


Figura 4.2 – 8: Vista en planta del sector 4 de ND - Grupos de instrumentos de la célula de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring											Instrum. Warning Level
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)	Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)			Fill Works RL (m)		
								Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Current	Previous	
ND S4 "S-A"																			
18	S-65-1	74.44	22.30	Yes	Dam D/S shoulder	Foundation	saprolite ground	16-Nov-21	1.22	-42.64	9-Nov-21	1.22	-43.86	14-Nov-20	-1.22	181.51	79.00	-	GREEN
17	S-ND-1-01	54.30	20.05	Yes	N WRP 1	Foundation	sound rock	16-Nov-21	0.00	398.88	9-Nov-21	0.00	398.88	14-Nov-20	1.14	548.88	62.80	-	GREEN
19	S-65-2	66.30	14.90	No	Dam D/S shoulder	Foundation	saprolite ground	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85.50	-	-

Cuadro 4.2 – 5: Grupos de células de asentamiento en el sector 4 de la presa norte

❖ Grupo ND S4 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 9.**

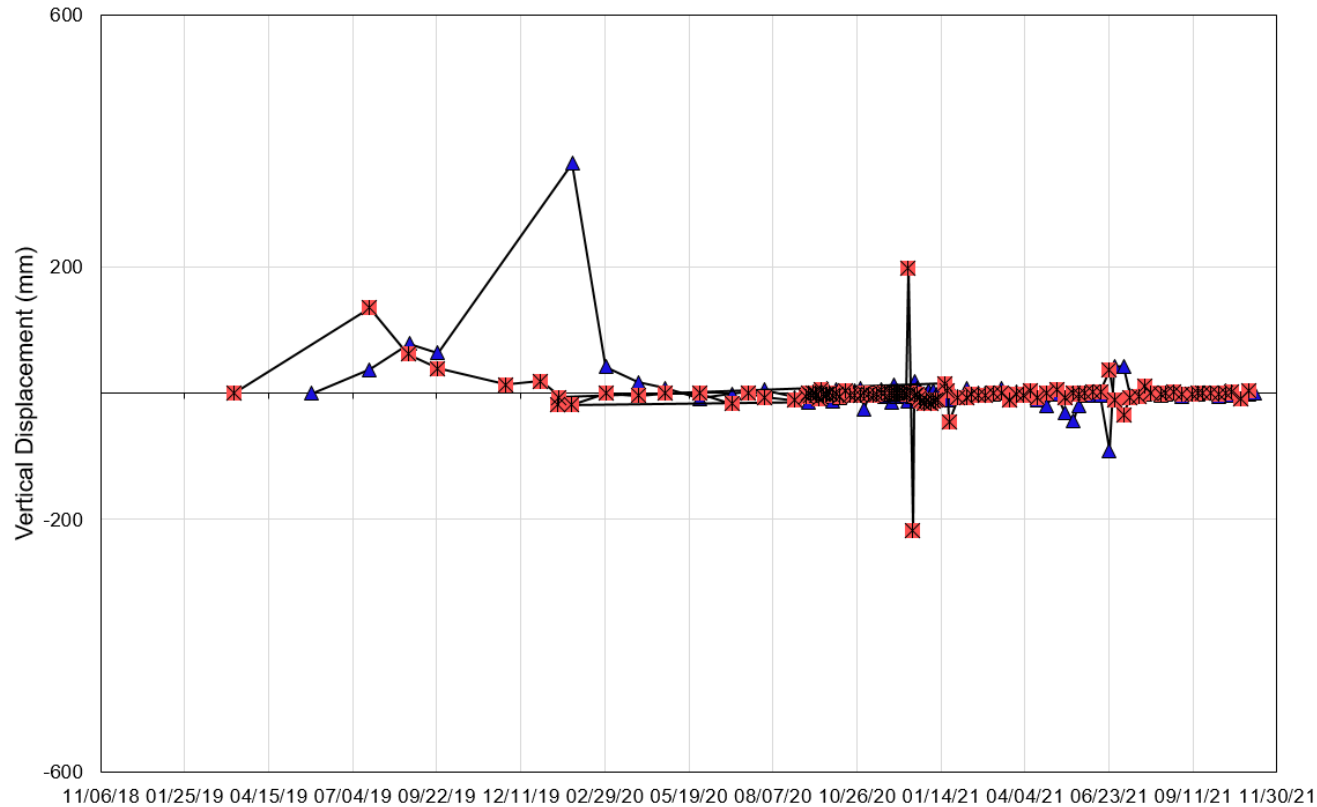


Figura 4.2 – 9: Gráfico de Monitoreo Histórico ND S4 "S-A" (Grupo en ND Sector 4)

E. Presa Este WRP 1

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la Presa Este WRP1 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 10** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 6**.

INSTRUMENTATION SYMBOL	LEGEND
 VW SETTLEMENT CELL REPORTED  VW SETTLEMENT CELL NOT FUNCTIONING	 ACCESS / OTHER STRUCTURES  STARTER DAMS / CHANNELS  SAND DAM RAISE 2  CREST & BUTRESS  18 YEARS  DAM ULTIMATE FOOTPRINT

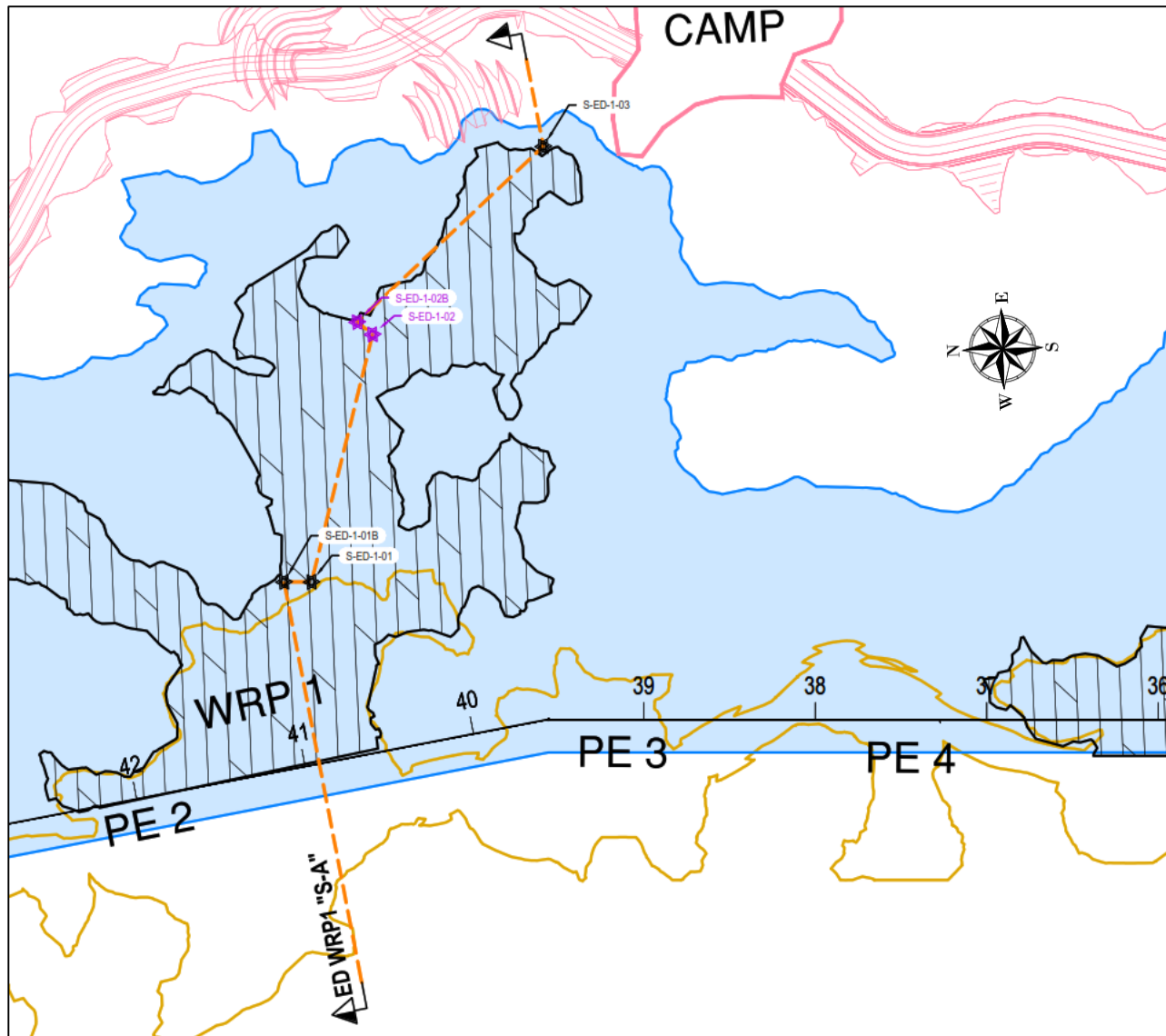


Figura 4.2 – 10: Vista del plano del ED WRP1 – Grupos de instrumentos de la celda de lixiviación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring											Instrum. Warning Level	
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)		Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)			Fill Works RL (m)		
									Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Current		Previous
ED WRP1 "S-A"																				
28	S-ED-1-01	60.17	19.40	Yes	Dam D/S berm toe -fill	Foundation	sound rock	17-Nov-21	-3.25	-802.95	9-Nov-21	-62.85	-799.70	14-Nov-20	2.17	-132.20	76.80	-	YELLOW	
29	S-ED-1-01B	60.09	19.60	Yes	Dam D/S berm toe -NG	Foundation	sound rock	17-Nov-21	2.43	311.42	9-Nov-21	7.30	308.99	14-Nov-20	2.43	546.21	76.80	-	GREEN	
32	S-ED-1-03	64.81	49.61	Yes	E WRP 1	Foundation	sound rock	9-Nov-21	3499.87	3397.41	4-Nov-21	-3433.10	-102.46	1-Nov-20	-6.72	320.38	64.00	-	RED	
30	S-ED-1-02	60.47	19.90	No	E WRP 1 - fill	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67.00	-	-	
31	S-ED-1-02B	60.60	19.95	No	E WRP 1 - NG	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67.00	-	-	

Tabla 4.2 – 6: Grupos de células de asentamiento en la presa este WRP1

❖ Grupo ED WRP1 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 11.**

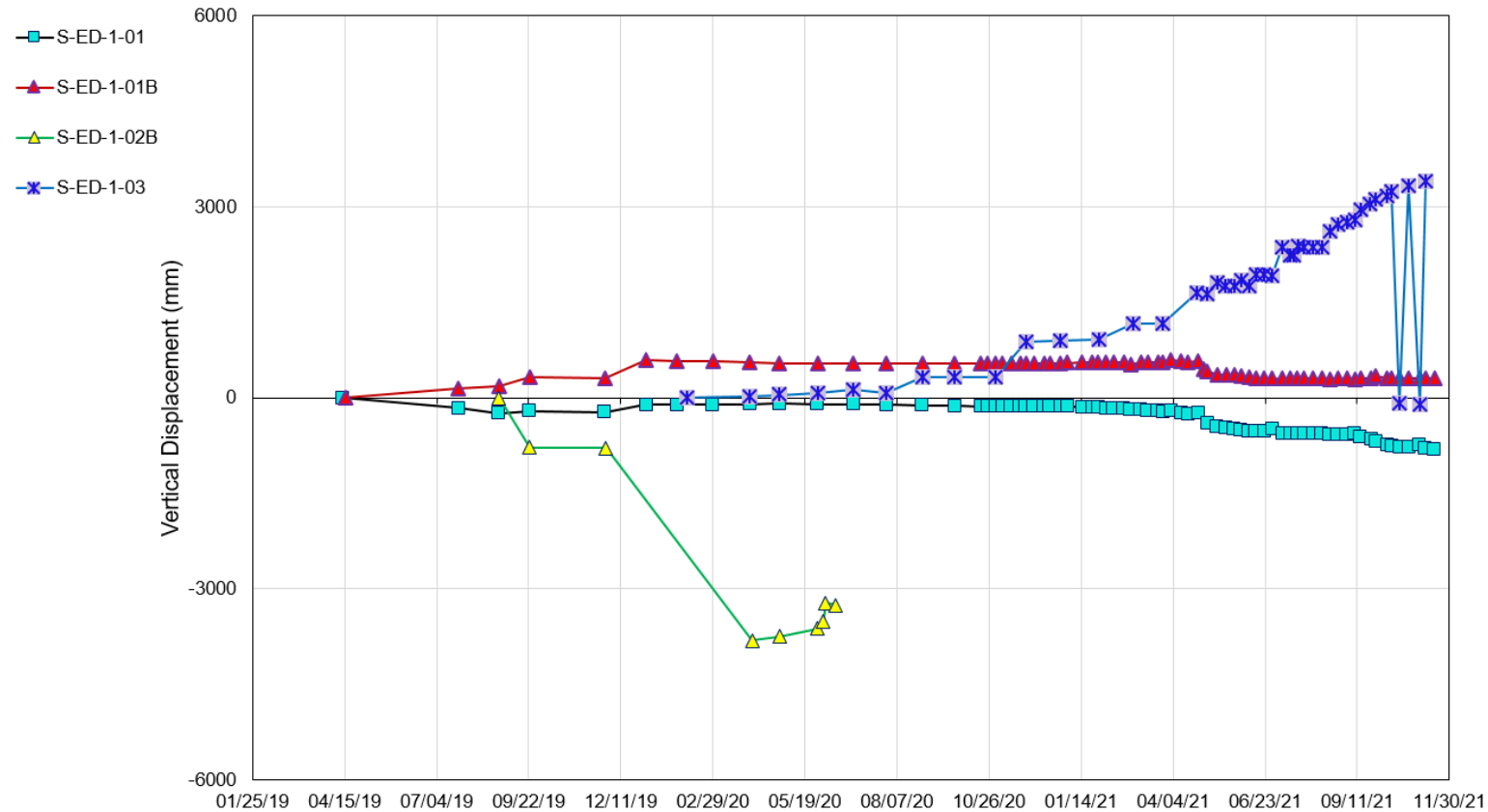


Figura 4.2 – 11: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP1 "S-A" (Grupo en ED WRP1)

F. Presa Este WRP 2

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la Presa Este WRP2 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 12** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 7**.

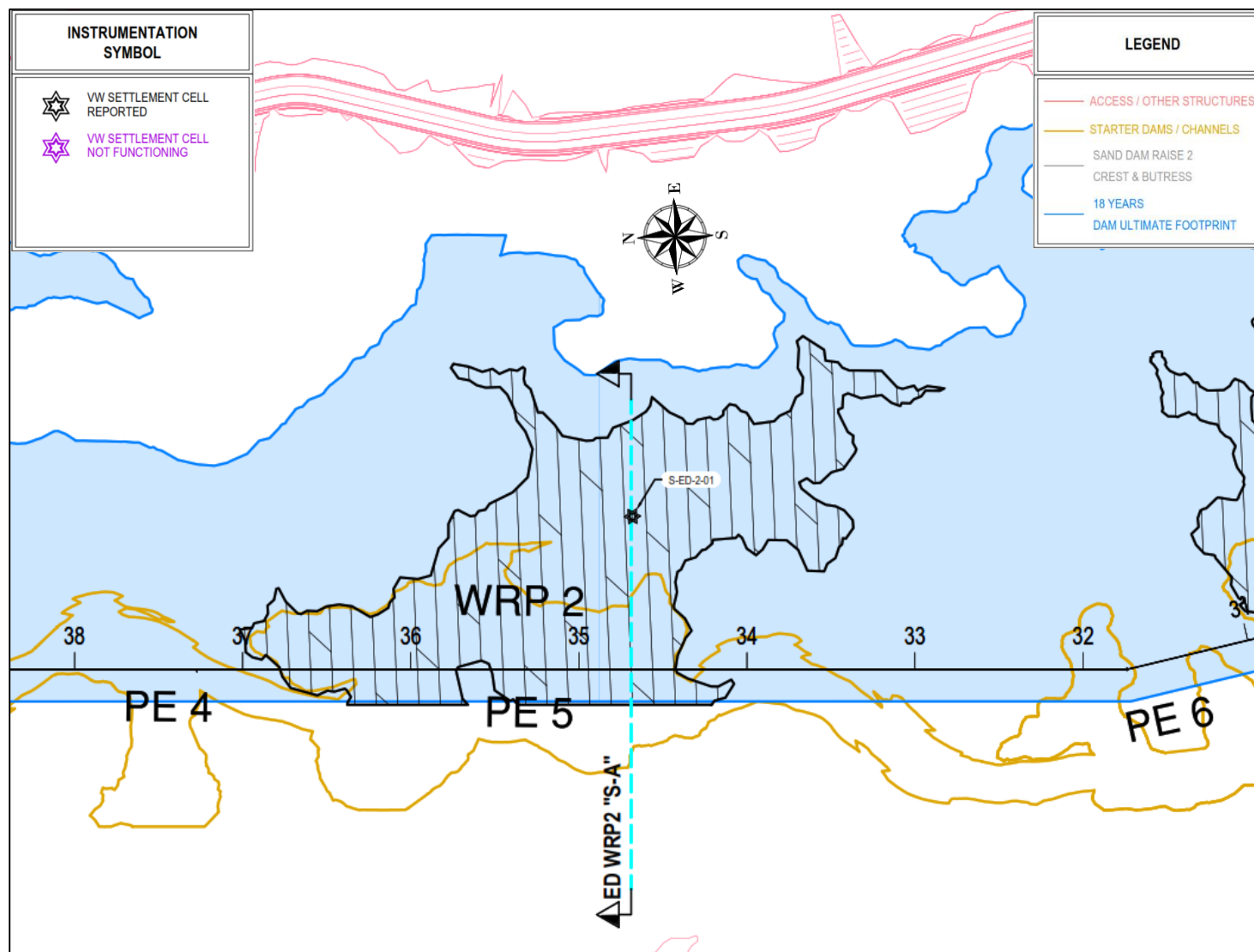


Figura 4.2 – 12: Vista en planta del ED WRP2 – Grupos de instrumentos de células de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring											Instrum. Warning Level
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)	Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)			Fill Works RL (m)		
								Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Current	Previous	
ED WRP2 "S-A"																			
27	S-ED-2-01	68.31	18.50	Yes	E WRP 2	Foundation	sound rock	17-Nov-21	-1.05	1287.13	9-Nov-21	13.61	1286.08	1-Nov-20	3.14	1260.95	75.00	-	GREEN

Tabla 4.2 – 7: Grupos de células de asentamiento en la presa este WRP2

❖ Grupo ED WRP2 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 13.**

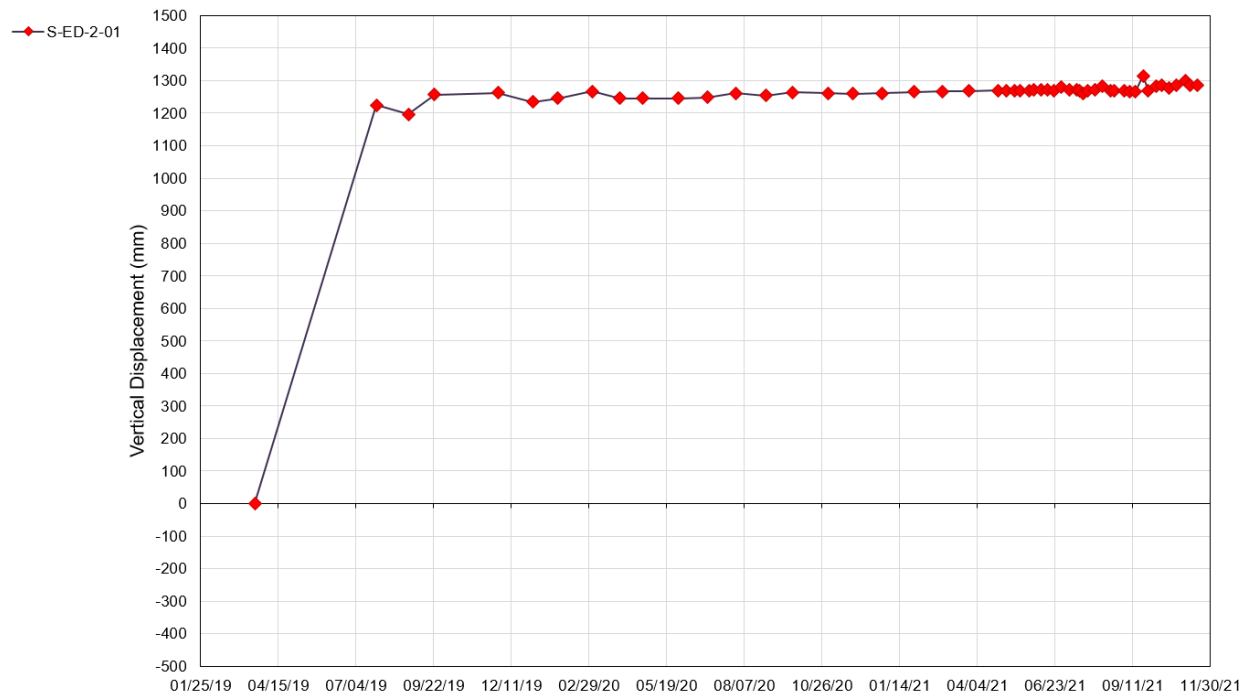


Figura 4.2 – 13: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP2 "S-A" (Grupo en ED WRP2)

G. Presa Este WRP 3

Se creó un (1) grupo de instrumentos para la Presa Este WRP3 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 14** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 8**.

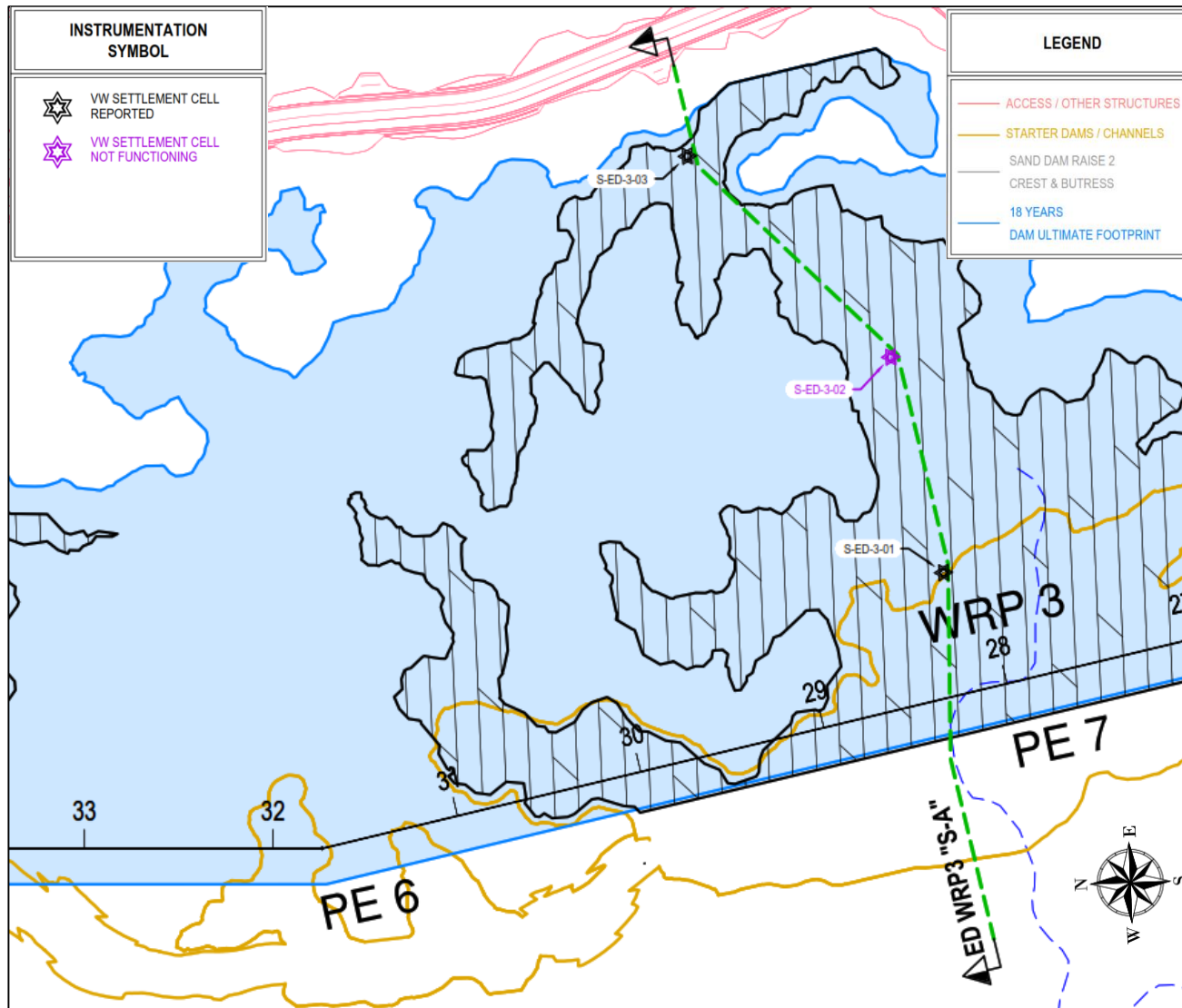


Figura 4.2 – 14: Vista en planta del ED WRP3 – Grupos de instrumentos de la celda de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring											Instrum. Warning Level
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)	Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)			Fill Works RL (m)		
								Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Current	Previous	
ED WRP3 "S-A"																			
24	S-ED-3-01	67.32	19.45	Yes	Dam D/S berm toe	Foundation	sound rock	17-Nov-21	1.14	775.02	9-Nov-21	69.32	773.89	14-Nov-20	3.41	870.48	80.00	-	GREEN
26	S-ED-3-03	66.71	9.45	Yes	E WRP 3	Foundation	sound rock	17-Nov-21	0.93	418.55	9-Nov-21	-16.67	417.63	1-Nov-20	-3.24	387.99	71.00	-	GREEN
25	S-ED-3-02	65.66	20.70	No	E WRP 3	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.00	-	-

Tabla 4.2 – 8: Grupos de células de asentamiento en la presa este WRP3

❖ Grupo ED WRP3 “S-A”:

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 15**.

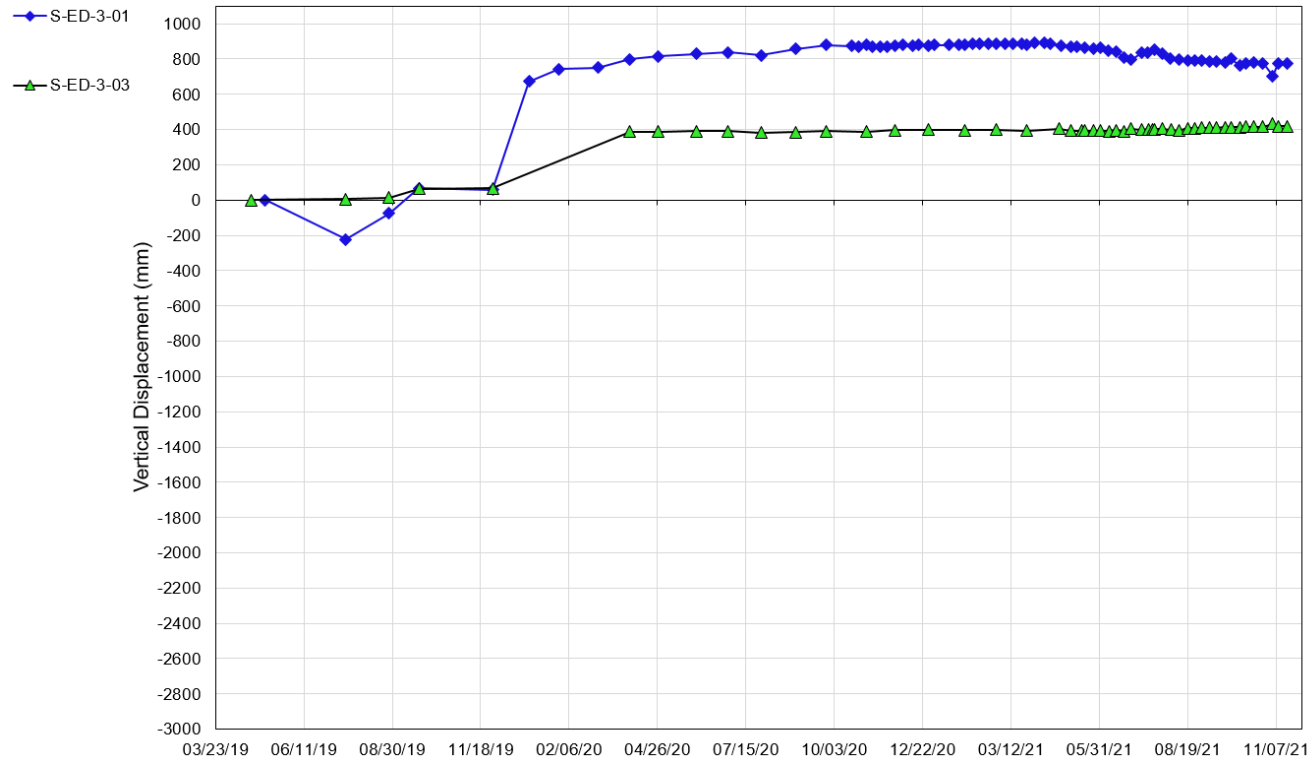


Figura 4.2 – 15: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP3 "S-A" (Grupo en ED WRP3)

H. Presa Este WRP 5

Se crearon dos (2) grupos de instrumentos para la Presa Este WRP5 como se proyecta en la **Figura 4.2 – 16** y los datos relevantes se presentan en la **Tabla 4.2 – 9**.

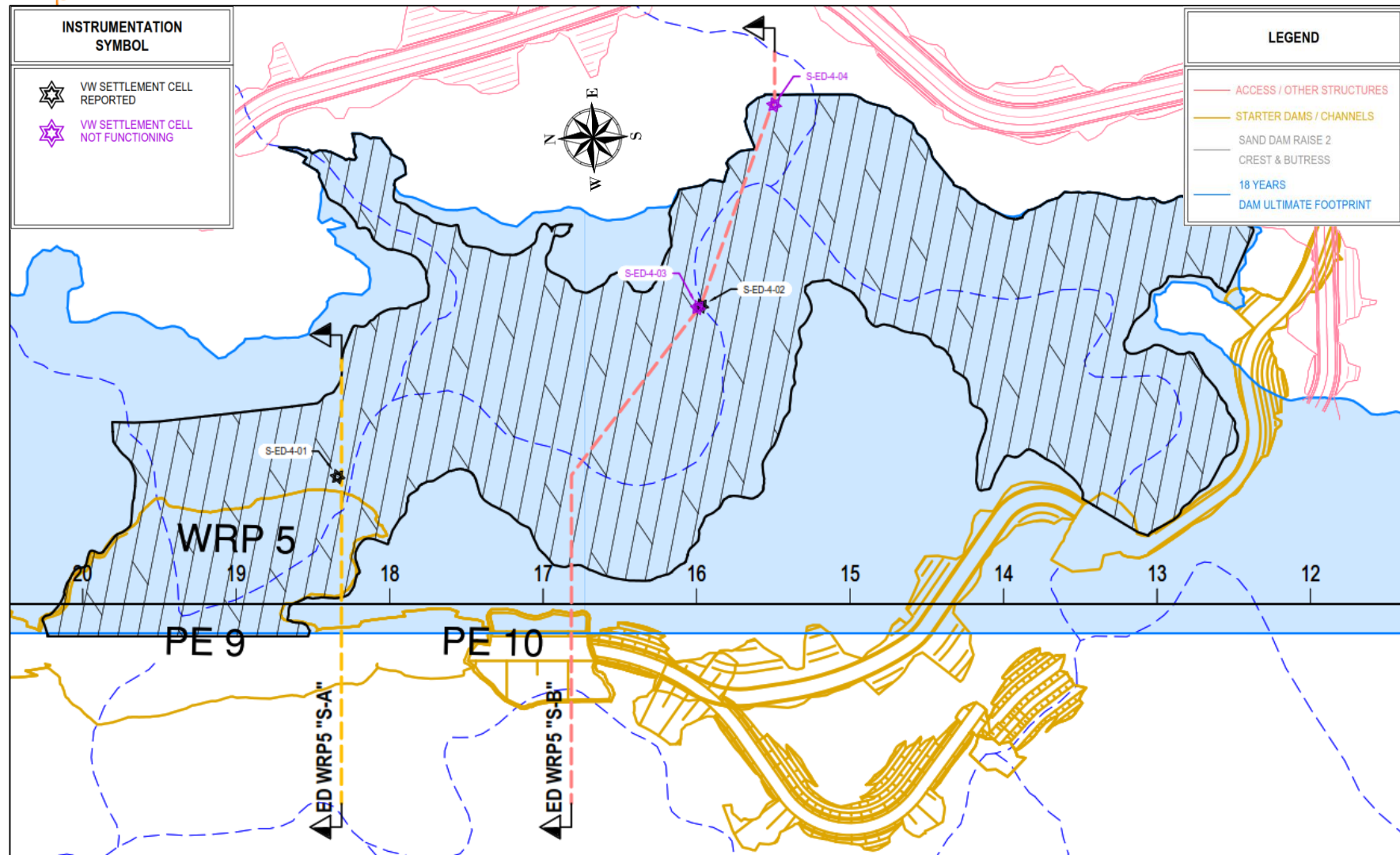


Figura 4.2 – 16: Vista en planta del ED WRP5 – Grupos de instrumentos de células de liquidación

Item	Instrument ID (Name)	Install. Details		Status	Instrument Location Relative to the Embankment			Settlement Monitoring										Instrum. Warning Level		
		Ground Elevation RL. (m)	Tip RL. (m)		Functional	Place in Dam	Foundation or Fill?	Material type	Settlement on Last Reading (mm)			Settlement on Penultimate Reading (m)			Settlement on 1 Year old Reading (mm)				Fill Works RL (m)	
									Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative	Date	Incremental	Accumulative		Current	Previous
ED WRP5 "S-B"																				
20	S-ED-4-02	68.00	8.10	Yes	E WRP 5	Foundation	sound rock	17-Nov-21	0.00	27.74	9-Nov-21	0.08	27.74	1-Nov-20	-0.61	24.76	72.00	-	GREEN	
21	S-ED-4-04	71.11	9.00	No	E WRP 5	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72.00	-	-	
22	S-ED-4-03	70.00	8.10	No	E WRP 5	Foundation	sound rock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72.00	-	-	
ED WRP5 "S-A"																				
23	S-ED-4-01	67.44	9.50	Yes	Dam D/S berm toe	Foundation	sound rock	17-Nov-21	1.14	775.02	9-Nov-21	69.32	773.89	14-Nov-20	3.41	870.48	81.00	-	GREEN	

Tabla 4.2 – 9: Grupos de células de asentamiento en la presa este WRP5

❖ Grupo ED WRP5 "S-A":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 17**.

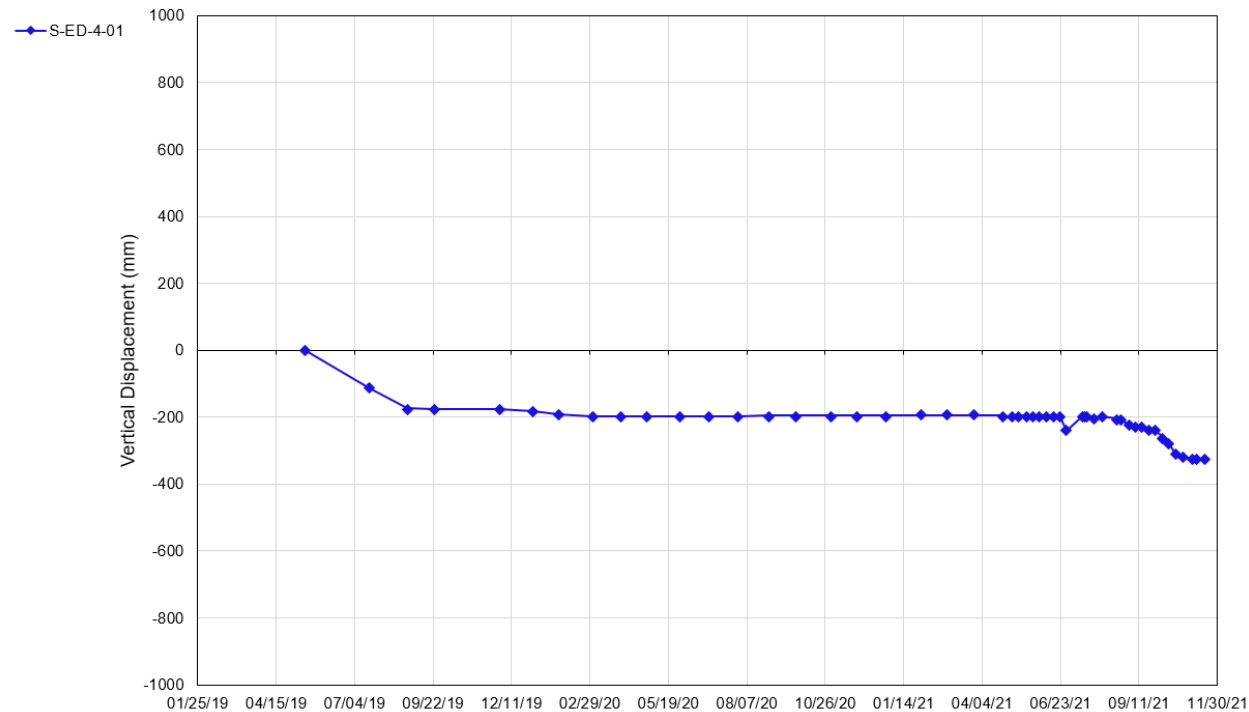


Figura 4.2 – 17: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP5 "S-A" (Grupo 1 en ED WRP5)

❖ Grupo ED WRP 5 "S-B":

Los datos de monitoreo histórico del instrumento se muestran en la **Figura 4.2 – 11.**

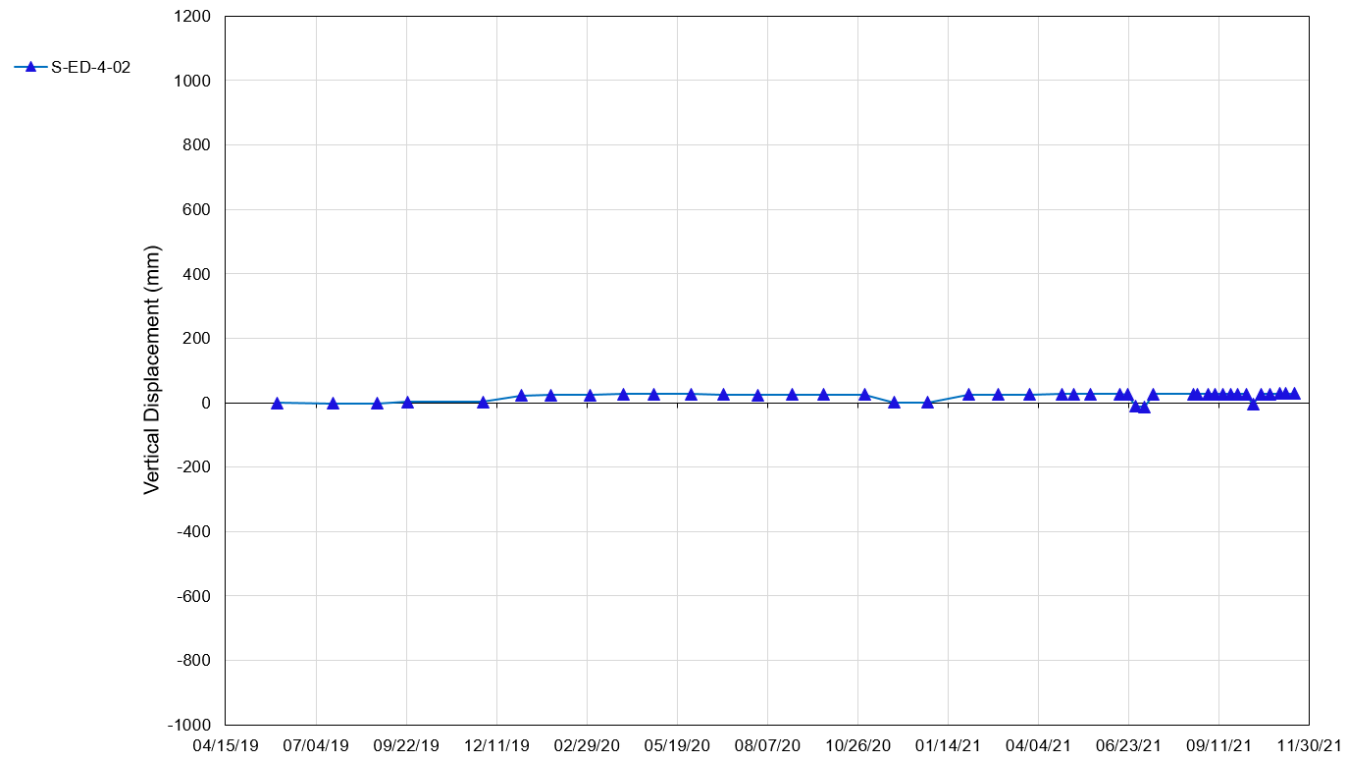


Figura 4.2 – 18: Tabla de Monitoreo Histórico ED WRP5 "S-B" (Grupo 2 en ED WRP5)

4.3. Inclínómetro

Se instalaron un total de 6 Inclínómetros en el TMF, sin embargo, cinco (5) de ellos no funcionan/están dañados y cuatro de ellos se consideraron para su reemplazo en la Fase de Instrumentación Tres (3) como se detalla en la **Tabla 4.3 – 1**.

Los inclinómetros instalados en general se distribuyen a lo largo de la presa norte como se muestra en la **Figura 4.3 – 1 a 2**.

No	Sector	Instrument ID (Name)	Instrumentation Type	Instrumentation Phase	Installation Details				Status		Instrument Warning Level	Reference Location / Comments
					Date of Installation	Ground Elevation RL (m)	Tip Depth (m)	Tip RL (m)	Installed or Not	Functional		
1	N1	I84-1	Manual Inclín.	Phase 2	17-Nov-19	71.92	42.52	29.40	Installed	Yes	RED	Displacement at 9m depth (Orientation 0° A) is considered as a direct pipe disturbance and not as an embankment inclination
2	N1	I82-1	Manual Inclín.	Phase 2	18-Dec-19	70.66	41.25	29.41	Installed	No	-	Instrument got damaged since October 2021 - Not considered on the Instrument. Phase 3
3	N2	I78-1	Manual Inclín.	Phase 1	22-Feb-19	74.79	31.11	43.68	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3
4	N3	I73-1	Manual Inclín.	Phase 2	9-Feb-20	70.65	44.45	26.21	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3
5	N4	IPI-7	In-Place Inclín.	Phase 1	22-May-19	118.97	92.47	26.50	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3
6	N4	IPI-6	In-Place Inclín.	Phase 1	31-May-19	121.09	84.95	36.14	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3

Tabla 4.3 – 1: Inclínómetros en el sitio

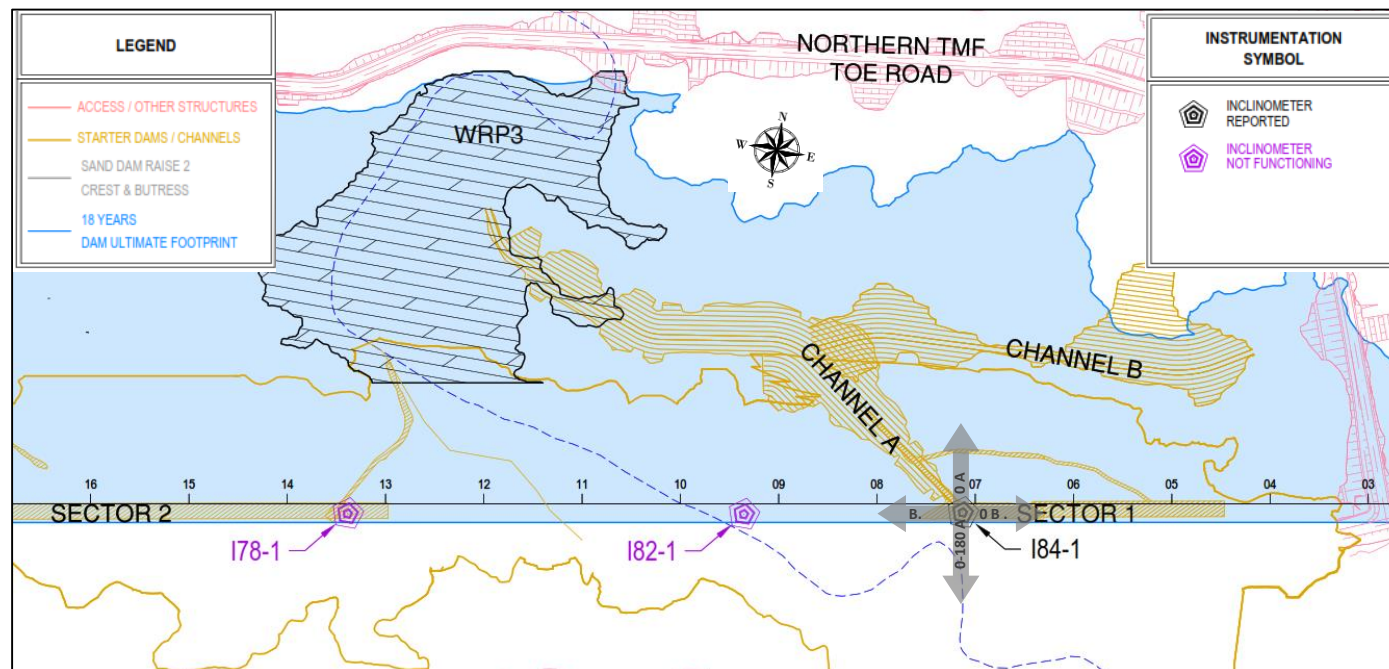


Figura 4.3 – 1: Inclínómetros en el sector 1 y sector 2 de la presa norte

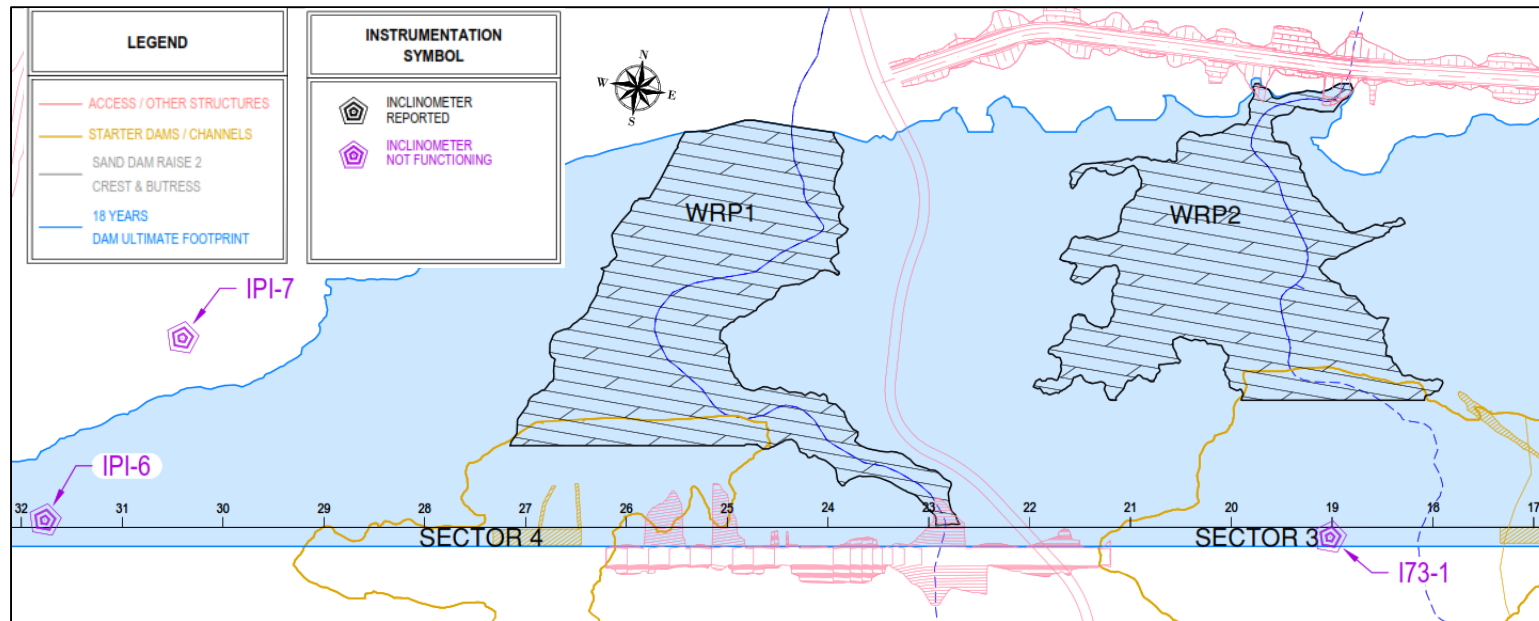


Figura 4.3 – 2: Inclinómetros en el sector 3 y sector 4 de la presa norte

❖ Inclinómetro I84-1:

La tubería del instrumento está anclada en el lecho rocoso y desde allí está rodeada primero por suelo natural (saprock y suelo de saprolita) y por último por los materiales de relleno del terraplén (Zona 3, Zona 2, Zona 3, Zona 3, Zona 7A, Zona 7, Zona 7A, Zona 3 y Arena ciclonada).

Las lecturas/desplazamientos más relevantes se enumeran en la **Tabla 4.3 – 2 a 3** y la orientación del instrumento se proyecta en la **Figura 4.3 – 1**.

El instrumento recopila la lectura cada 50 cm y el gráfico de monitoreo histórico se muestra en la **Figura 4.3 – 3**.

Depth (m)	0° - A						0° - B						180° - A						180° - B					
	28-Jun-20 (mm)	29-Oct-21 (mm)	10-Nov-21 (mm)	24-Nov-21 (mm)	Increment from Last	Cumulative e in 1 Year	28-Jun-20 (mm)	29-Oct-21 (mm)	10-Nov-21 (mm)	24-Nov-21 (mm)	Increment from Last	Cumulative e in 1 Year	28-Jun-20 (mm)	29-Oct-21 (mm)	10-Nov-21 (mm)	24-Nov-21 (mm)	Increment from Last	Cumulative e in 1 Year	28-Jun-20 (mm)	29-Oct-21 (mm)	10-Nov-21 (mm)	24-Nov-21 (mm)	Increment from Last	Cumulative e in 1 Year
0.5	-	-129.58	-125.49	-125.96	0.47	125.96	-	25.39	23.81	25.11	1.3	25.11	-	-4.49	-4.64	-4.77	0.13	4.77	-	1.08	0.37	1.22	0.85	1.22
1	-	-125.09	-120.85	-121.19	0.34	121.19	-	24.31	23.44	23.89	0.45	23.89	-	-5.28	-5.35	-5.31	0.04	5.31	-	-0.85	-1.6	-0.81	0.79	0.81
1.5	-	-119.81	-115.5	-115.88	0.38	115.88	-	25.16	25.04	24.7	0.34	24.7	-	-21.17	-21.11	-21.18	0.07	21.18	-	-2.36	-3.04	-2.4	0.64	2.4
2	-	-98.65	-94.39	-94.71	0.32	94.71	-	27.52	28.08	27.09	0.99	27.09	-	-16.94	-16.94	-16.98	0.04	16.98	-	-3.85	-4.3	-3.87	0.43	3.87
2.5	-	-81.7	-77.46	-77.73	0.27	77.73	-	31.37	32.38	30.96	1.42	30.96	-	1.33	1.4	1.34	0.06	1.34	-	9.94	9.81	9.9	0.09	9.9
3	-	-83.03	-78.86	-79.07	0.21	79.07	-	21.44	22.57	21.06	1.51	21.06	-	-0.82	-0.44	-0.8	0.36	0.8	-	2.65	2.42	2.61	0.19	2.61
3.5	-	-82.21	-78.42	-78.27	0.15	78.27	-	18.79	20.15	18.45	1.7	18.45	-	-3.23	-2.81	-3.23	0.42	3.23	-	-2.35	-2.21	-2.4	0.19	2.4
4	-	-78.99	-75.61	-75.04	0.57	75.04	-	21.14	22.35	20.85	1.5	20.85	-	-1.96	-1.28	-1.93	0.65	1.93	-	-2.29	-2.84	-2.3	0.54	2.3
4.5	-	-77.03	-74.33	-73.11	1.22	73.11	-	23.42	25.2	23.15	2.05	23.15	-	2.3	-1.66	-2.9	1.24	2.9	-	2.3	-1.91	-1.58	0.33	1.58
5	-	-74.74	-72.67	-70.21	2.46	70.21	-	25.72	27.11	24.73	2.38	24.73	-	-4.18	-4.43	-4.16	0.27	4.16	-	-1.56	-1.01	-1.43	0.42	1.43
5.5	-	-70.56	-68.24	-66.05	2.19	66.05	-	27.29	28.11	26.16	1.95	26.16	-	-2.38	-2.41	-2.3	0.11	2.3	-	-1.2	-1.36	-1.28	0.08	1.28
6	-	-68.19	-65.83	-63.76	2.07	63.76	-	28.48	29.47	27.43	2.04	27.43	-	-0.73	-0.7	-0.64	0.06	0.64	-	-0.68	-0.61	-0.7	0.09	0.7
6.5	-	-67.45	-65.13	-63.11	2.02	63.11	-	29.16	30.08	28.13	1.95	28.13	-	-0.92	-0.93	-0.81	0.12	0.81	-	-0.04	0.03	0.03	0	0.03
7	-	-66.53	-64.21	-62.31	1.9	62.31	-	29.19	30.05	28.1	1.95	28.1	-	-3.44	-3.47	-3.44	0.03	3.44	-	-0.17	0.14	-0.14	0.28	0.14
7.5	-	-63.09	-60.74	-58.87	1.87	58.87	-	29.36	29.91	28.24	1.67	28.24	-	-2.24	-1.66	-1.73	0.07	1.73	-	-0.61	-0.28	-0.51	0.23	0.51
8	-	-60.85	-59.08	-57.14	1.94	57.14	-	29.97	30.19	28.74	1.45	28.74	-	-1.8	-1.78	-2.45	0.67	2.45	-	-0.42	-0.37	-1.35	0.98	1.35
8.5	-	-59.05	-57.3	-54.69	2.61	54.69	-	30.4	30.57	30.09	0.48	30.09	-	1.56	1.58	1.59	0.01	1.59	-	4.37	4.35	4.29	0.06	4.29
9	-	-60.61	-58.87	-56.28	2.59	56.28	-	26.03	26.22	25.79	0.43	25.79	-	-1.39	-1.38	-1.32	0.06	1.32	-	0.37	0.33	0.38	0.05	0.38
9.5	-20.25	-59.21	-57.5	-54.96	2.54	54.71	27.5	25.66	25.89	25.42	0.47	25.42	-7.94	-17.16	-17.1	-17.09	0.01	15.5	13.14	12.83	12.86	12.87	0.01	0.27
10	-12.31	-60.06	-58.4	-57.87	0.53	25.56	14.36	12.84	13.03	12.55	0.48	12.55	-6.88	-8.22	-8.2	-8.15	0.05	1.27	11.35	11.78	11.77	0	0.42	
10.5	-5.43	-33.84	-32.2	-29.72	2.48	24.29	3.01	1.06	1.26	0.77	0.49	2.24	-0.3	-0.67	-0.63	-0.62	0.01	0.32	3.84	4.01	4	0	0.16	
11	-5.13	-31.57	-29.1	-2.47	23.97	-0.82	-2.95	-2.74	-3.22	0.48	2.4	-1.13	-3.1	-3.07	-3.07	0	1.94	-0.28	-0.55	-0.58	-0.55	0.03	0.27	
11.5	-4	-30.07	-28.5	-26.03	2.47	22.03	-0.55	-2.4	-2.16	-2.67	0.51	2.12	-2.31	-3.94	-3.89	-3.84	0.05	1.53	0.09	-1.17	-1.07	-1.11	0.04	1.2
12	-1.69	-26.13	-24.62	-22.19	2.43	20.5	-0.64	-1.25	-1.09	-1.56	0.47	0.92	-1.12	-1.38	-1.32	-1.34	0.02	0.22	0.22	-0.05	-0.03	-0.02	0.01	0.24
12.5	-0.57	-24.75	-23.29	-20.85	2.44	20.28	-0.86	-1.21	-1.06	-1.54	0.48	0.68	-0.34	-1.4	-1.38	-1.36	0.02	1.02	-0.01	-0.54	-0.58	-0.61	0.03	0.6
13	-0.23	-23.35	-21.91	-19.49	2.42	19.26	-0.85	-0.67	-0.47	-0.93	0.46	0.08	-0.36	-2.14	-2.14	-2.14	0	1.78	0.14	0.2	0.21	0.23	0.02	0.09
13.5	0.13	-21.22	-19.78	-17.36	2.42	17.49	-0.99	-0.87	-0.68	-1.17	0.49	0.18	-0.28	0.72	0.75	0.74	0.01	1.02	0.09	-0.62	-0.65	-0.62	0.03	0.71
14	0.42	-21.94	-20.53	-18.09	2.44	18.51	-1.08	-0.25	-0.03	-0.55	0.52	0.53	-0.21	2.21	2.37	2.37	0	2.58	0.06	-1.02	-0.98	-1.02	0.04	1.08
14.5	0.63	-24.15	-22.89	-20.46	2.43	21.09	-1.14	0.77	0.95	0.47	0.48	1.61	-0.2	-3.66	-3.69	-3.63	0.06	3.43	-0.01	-0.12	-0.07	-0.08	0.01	0.07
15	0.82	-20.49	-19.2	-16.83	2.37	17.65	-1.13	0.89	1.02	0.54	0.48	1.67	0.19	0.93	1.02	0.99	0.03	0.8	-0.02	0.71	0.74	0.7	0.04	0.72
15.5	0.64	-21.42	-20.23	-17.82	2.41	18.46	-1.11	0.19	0.28	-0.16	0.44	0.95	0.01	-0.89	-0.84	-0.82	0.02	0.89	-0.11	-0.11	-0.1	-0.13	0.03	0.62
16	0.63	-20.53	-19.38	-16.99	2.39	17.62	-1	0.38	0.52	-0.03	0.41	0.97	-0.08	-2.07	-2.04	-2.03	0.01	1.95	0	0.16	0.16	0.14	0.02	0.14
16.5	0.72	-18.47	-17.34	-14.96	2.38	15.68	-1	0.14	0.22	-0.17	0.39	0.83	0.01	-1.18	-1.2	-1.17	0.03	1.18	-0.02	0.6	0.64	0.61	0.03	0.63
17	0.71	-17.28	-16.14	-13.79	2.35	14.5	-0.98	-0.46	-0.42	-0.77	0.35	0.21	0.08	-0.71	-0.7	-0.68	0.02	0.76	0.01	0.13	-0.11	0.09	0.02	0.08
17.5	0.63	-16.58	-15.44	-13.11	2.33	13.74	-0.99	-0.59	-0.53	-0.86	0.33	0.13	0.05	-0.58	-0.55	-0.58	0.03	0.63	-0.03	-0.13	-0.13	-0.13	0	0.1
18	0.59	-15.99	-14.89	-12.53	2.36	13.12	-0.96	-0.46	-0.41	-0.73	0.32	0.23	0.03	-0.39	-0.38	-0.32	0.06	0.35	-0.01	-0.25	-0.28	-0.25	0.03	0.24
18.5	0.56	-15.61	-14.51	-12.21	2.3	12.77	-0.95	-0.21	-0.12	-0.48	0.36	0.47	0.02	-0.65	-0.63	-0.61	0.02	0.63	-0.02	-0.12	-0.13	-0.15	0.02	0.13
19	0.54	-14.96	-13.88	-11.6	2.28	12.14	-0.93	-0.09	0	-0.34	0.34	0.59	0.08	-0.93	-0.91	-0.88	0.03	0.96	-0.07	-0.2	-0.22	-0.27	0.05	0.2
19.5	0.46	-14.03	-12.97	-10.72	2.25	11.18	-0.87	0.1	0.22	-0.08	0.3	0.79	0.03	-0.47	-0.45	-0.43	0.02	0.46	-0.03	-0.5	-0.52	-0.53	0.01	0.5
20	0.43	-13.56	-12.52	-10.29	2.23	10.72	-0.83	0.6	0.74	0.45	0.29	1.28	0.06	-0.48	-0.48	-0.46	0.02	0.52	-0.05	-0.53	-0.53	-0.54	0.01	0.49
20.5	0.36	-13.08	-12.04	-9.84	2.2	10.2	-0.79	1.13	1.26	0.99	0.27	1.78	0.08	-0.56	-0.52	-0.52	0	0.6	-0.01	-0.42	-0.44	-0.42	0.02	0.41
21	0.29	-12.52	-11.53	-9.31	2.22	9.6	-0.78	1.55	1.7	1.41	0.29	2.19	0.06	-0.32	-0.26	-0.24	0.02	0.3	-0.08	-0.8	-0.83	-0.84	0.01	0.76
21.5	0.23	-12.2	-11.27	-9.07	2.2	9.3	-0.7	2.35	2.53	2.25	0.28	2.95	0.01	-0.26	-0.22	-0.19	0.03	0.2	-0.04	-0.26	-0.28	-0.29	0.01	0.23
22	0.22	-11.94	-11.05	-8.89	2.16	8.11	-0.66	2.1	2.23	1.97	0.26	2.63	0.09	-1.52	-1.6	-1.68	0.08	1.59	0.01	-0.49	-0.47	-0.49	0.01	0.45
22.5	0.12	-13.46																						

Direction of displacement (0)

Direction of displacement (180)

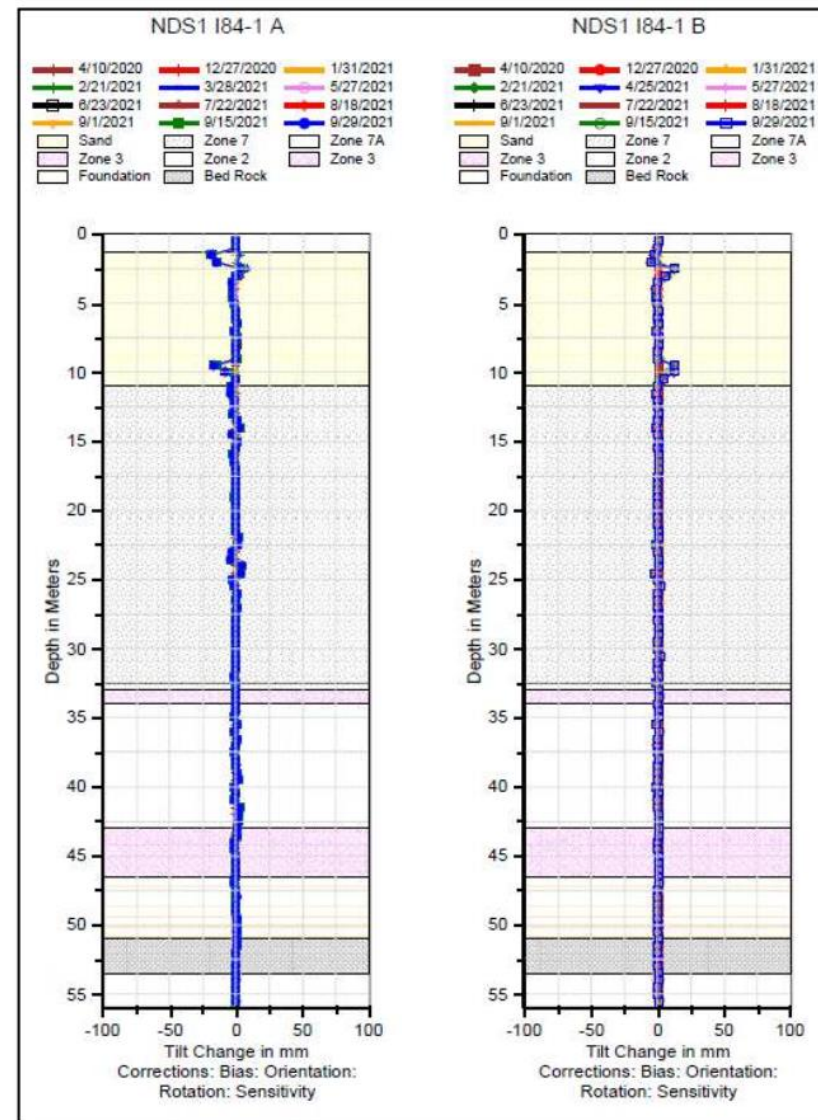
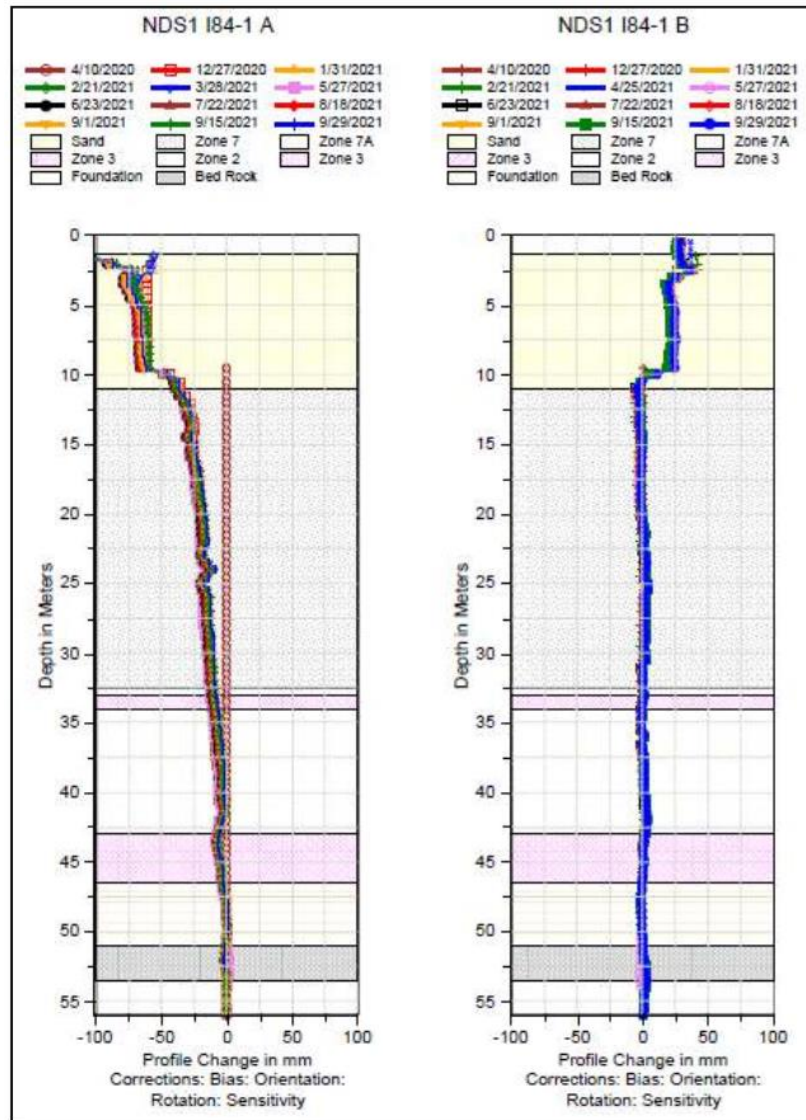


Figura 4.3 – 3: I84-1 Desplazamiento de ND Sector 1

5. INSTRUMENTOS QUE EXCEDEN LOS VALORES DE DISEÑO O DEFECTUOSOS

Los instrumentos defectuosos o que dan resultados por encima de los valores esperados se enumeran a continuación para analizar casos individuales.

5.1. Piezómetros y Casagrande

Los piezómetros VW y Casagrande que presentan valores que exceden el rango máximo aceptable se enumeran en la **Tabla 5 – 1** junto con los que están dañados y se han considerado para su reemplazo.

Item	Sector	Instrument ID	Installation Details			Status	Instrum. Warning Level	Comments
			Serial No.	Ground Elevation RL. (m)	Tip Depth (m)			
ND S1 "P-A"								
1	ND S1	V84-4	64755	57.44	19.44	Yes	YELLOW	Piezo level at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
2	ND S1	V84-5	64726	57.44	25.44	Yes	YELLOW	Piezo level at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
5	ND S1	V-ND-5-01	64736	48.15	15.10	Yes	YELLOW	Piezo level is at elevation of finger drain at Channel B
6	ND S1	V-ND-5-02	63817	48.15	5.10	Yes	YELLOW	Piezo level is at elevation of finger drain at Channel B
ND S1 "P-B"								
8	ND S1	V84-2	64751	71.38	38.38	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
9	ND S1	V84-3	64732	71.38	43.38	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
12	ND S1	V84-10	63811	75.83	22.80	Yes	-	Damaged since Oct/2021 - Not considered for the Inst. Phase 3
13	ND S1	PROP-V-1	64734	71.32	18.05	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
14	ND S1	PROP-C-8	N/A	71.32	8.71	No	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
15	ND S1	PROP-C-9	N/A	71.32	19.06	No	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S1 "P-C"								
21	ND S1	CN-5	N/A	70.50	35.50	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm
22	ND S1	PROP-V-5	63810	57.44	14.44	No	-	Damaged - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
23	ND S1	CN-4	N/A	81.96	46.50	No	-	Blocked - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S1 "P-D"								
25	ND S1	V82-2	64752	70.78	37.20	Yes	YELLOW	Piezo level is within starter dam chimney drain
26	ND S1	V82-3	64727	70.78	41.20	Yes	-	Damaged since Oct/2021 - Not included in the instrumentation Phase 3
27	ND S1	V82-4	64747	51.25	21.25	Yes	YELLOW	Piezo level is at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
28	ND S1	V82-5	64756	51.25	16.25	Yes	YELLOW	Piezo level is at elevation of the Starder Dam Blanket Drain
34	ND S1	PROP-C-6	N/A	70.52	28.00	No	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
35	ND S1	PROP-C-7	N/A	70.52	38.00	No	-	Pipe with sediment - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S2 "P-A"								
40	ND S2	V78-3	62129	74.85	48.75	Yes	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain
44	ND S2	V-ND-3-02	63813	44.95	10.95	Yes	YELLOW	Piezo level changed over 50cm in a week (but less than 100cm)
45	ND S2	V-ND-3-03	63802	41.21	5.21	Yes	ORANGE	Piezo level changed over 100cm in a week (but less than 150cm)
46	ND S2	PROP-15	62128	63.62	5.80	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm
ND S2 "P-B"								
49	ND S2	PROP-03	62123	75.06	11.10	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
50	ND S2	PROP-09	62108	74.83	9.93	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
ND S2 "P-C"								
52	ND S2	DP17N2-03	1717079	75.90	17.00	Yes	-	Not reading since May 26th 2021
ND S3 "P-A"								
53	ND S3	V73-1	64758	70.43	43.64	Yes	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain
54	ND S3	V73-2	64738	70.43	39.64	Yes	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain
55	ND S3	V73-3	64753	70.43	33.64	Yes	YELLOW	Piezo level is within the Starder Dam Chimney Drain
65	ND S3	CN-2	N/A	64.50	40.00	No	-	Blocked - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
66	ND S3	PROP3-C-1	N/A	71.62	17.05	Yes	-	No water levels / Dry - Instruments is operational
67	ND S3	PROP3-C-2	N/A	71.62	27.00	Yes	-	No water levels / Dry - Instruments is operational
68	ND S3	PROP3-C-3	N/A	57.52	12.80	Yes	-	No water levels / Dry - Instruments is operational
69	ND S3	PROP3-C-4	N/A	69.90	15.50	Yes	-	No water levels / Dry - Instruments is operational
70	ND S3	PROP3-C-5	N/A	69.90	25.62	Yes	-	No water levels / Dry - Instruments is operational
ND S4 "P-A"								
71	ND S4	PROP-05	62156	74.87	15.95	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm
72	ND S4	PROP-11	62098	74.72	18.91	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm
73	ND S4	PROP-18	62147	61.96	9.34	Yes	YELLOW	Piezo level is at elevation of the Starder Dam Primary Drain on DS Berm
ND S4 "P-B"								
76	ND S4	DP17N4-01A	1717075	75.70	9.00	Yes	YELLOW	Piezo level is 2.3m below the supernatant
80	ND S4	V65-3	62141	74.35	35.45	Yes	YELLOW	Piezo level is above the Starder Dam Chimney Drain
82	ND S4	V65-5	62104	55.58	7.45	Yes	-	Instrument/Cable covered from Jun 15th to Jun 23rd
91	ND S4	V65-7	63795	59.01	10.80	Yes	YELLOW	Instrument initially considered for replacement
85	ND S4	V65-9	62107	73.59	4.76	Yes	YELLOW	Piezo level is above elevation of the Starder Dam Blanket Drain
87	ND S4	PROP-19	62134	62.90	10.00	Yes	YELLOW	Piezo level is above the average elevation of the Starder Dam Blanket Drain
ND S4 "P-C"								
89	ND S4	PROP-06	62106	75.11	16.84	Yes	YELLOW	Piezo level is below finger drain
90	ND S4	PROP-12	62118	75.08	18.75	Yes	YELLOW	Piezo level is below finger drain
ND S4 "P-D"								
92	ND S4	CN-1	N/A	59.51	23.15	Yes	ORANGE	Piezo level changed over 100cm in a week (but less than 150cm)
ED WRP2 "P-A"								
108	ED WRP2	DP17E5-01B	1717068	75.91	14.00	Yes	YELLOW	Piezo level is approx. at the level of the supernatant
ED WRP3 "P-C"								
116	ED WRP3	DP17E9-01	1719651	66.70	5.00	No	-	Damaged from March 27th 2021
117	ED WRP3	DP17E9-02	1719654	66.90	6.50	No	-	Damaged from March 27th 2021

Tabla 5 – 1: VW Piezo. & Casagrande con niveles de umbral rojo o considerado para reemplazo

5.2. Células de asentamiento

Las celdas de asentamiento de VW que presentan valores que exceden el rango máximo aceptable se enumeran en la **Tabla 5 – 2** junto con las que están dañadas y se han considerado para su reemplazo.

Item	Sector	Instrument ID (Name)	Install. Details			Status		Instrum. Warning Level	Reference Location / Comments
			Serial No.	Ground Elevation RL. (m)	Tip Depth (m)	Installed or Not	Functional		
ND S1 "S-A"									
2	ND S1	S84-2	1911809	63.24	38.53	Installed	No	-	Instrument considered for replacement
3	ND S1	S84-3	1918543	57.22	31.45	Installed	No	-	No readings since oct2020 - Instrument to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S1 "S-B"									
8	ND S1	S84-1	1732911	71.15	45.64	Installed	Yes	RED	75mm < Settl. within a week < 100mm & Accumulative within a year is 2.3m
6	ND S1	S82-2	1911807	63.70	38.03	Installed	No	-	Instrument Damaged - To be replaced on Instrumentation Phase 3
4	ND S1	S-ND-4-01	1832742	40.77	30.87	Installed	No	-	Instrument Damaged - To be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S2 "S-A"									
10	ND S2	S-ND-3-01	1913611	44.74	25.81	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S3 "S-A"									
15	ND S3	S73-1	1911810	70.64	38.08	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
16	ND S3	S73-2	1918542	60.14	28.03	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
ND S4 "S-A"									
19	ND S4	S-65-2	1825142	66.30	51.40	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
ED WRP5 "S-B"									
21	ED WRP5	S-ED-4-04	1832746	71.11	62.11	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
22	ED WRP5	S-ED-4-03	1832741	70.00	61.90	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
ED WRP3 "S-A"									
25	ED WRP3	S-ED-3-02	1825138	65.66	44.96	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
ED WRP1 "S-A"									
28	ED WRP1	S-ED-1-01	1825151	60.17	40.77	Installed	Yes	YELLOW	Settlement accumulative within a year is 671mm
32	ED WRP1	S-ED-1-03	1906923	64.81	15.20	Installed	Yes	RED	100mm < Settl. within a week & Accumulative within a year is 3.1m
30	ED WRP1	S-ED-1-02	1825145	60.47	40.57	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3
31	ED WRP1	S-ED-1-02B	1825140	60.60	40.65	Installed	No	-	Instrument damaged - to be replaced on Instrumentation Phase 3

Tabla 5 – 2: Celdas de asentamiento VW por encima de los niveles de umbral rojo o consideradas para reemplazo

5.3. Inclínómetros .

En la Tabla 5-3 se enumeran los Inclínómetros que presentan valores que exceden el rango máximo aceptable que se muestra en la Tabla 2-2 o que se han considerado para su reemplazo.

No	Sector	Instrument ID (Name)	Instrumentation Type	Installation Details			Status		Instrument Warning Level	Reference Location / Comments
				Ground Elevation RL. (m)	Tip Depth (m)	Tip RL. (m)	Installed or Not	Functional		
1	N1	I84-1	Manual Inclín.	71.92	42.52	29.40	Installed	Yes	RED	Displacement at 10m depth (Orientation 0° A) is considered as a direct pipe disturbance and not as an embankment inclination
2	N1	I82-1	Manual Inclín.	70.66	41.25	29.41	Installed	No	-	Instrument got damaged since October 2021 - Not considered on the Instrument. Phase 3
3	N2	I78-1	Manual Inclín.	74.79	31.11	43.68	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3
4	N3	I73-1	Manual Inclín.	70.65	44.45	26.21	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3
5	N4	IPI-7	In-Place Inclín.	118.97	92.47	26.50	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3
6	N4	IPI-6	In-Place Inclín.	121.09	84.95	36.14	Installed	No	-	Instrument to be replaced on Phase 3

Tabla 5 – 3: Inclínómetros con niveles de umbral rojo o considerados para reemplazo

6. CONCLUSIÓN

Los **niveles piezométricos en los** terraplenes están predominantemente dentro de un rango normal que tiene 97.5% de los instrumentos dentro del nivel de umbral verde o amarillo. Ningún resultado del instrumento se clasifica en rojo; sin embargo, dos de ellos son de color naranja. Para obtener detalles específicos, consulte la **Tabla 5 – 1** anterior en la que se enumeran y comentan todos los instrumentos, ya sean defectuosos o por encima del comportamiento esperado.

El monitoreo del **asentamiento** indica que el 89,5% de los instrumentos se encuentran dentro del umbral verde de amarillo. Dos (2) instrumentos se clasificaron como rojos (y ningún instrumento está dentro de naranja). Para obtener más detalles, consulte la **Tabla 5 – 2** anterior en la que se enumeran y comentan todos los instrumentos, ya sean defectuosos o por encima del comportamiento esperado.

Actualmente existe un (1) **inclinómetro** operativo y se encuentra ubicado en la Presa Norte Sector 1. Los resultados del monitoreo indican un comportamiento normal. Sin embargo, se ha interpretado que se produjo una perturbación directa de la tubería a una profundidad de 10 m (aproximadamente al comienzo del relleno de la Zona S). Consulte la **Tabla 5 – 3** para obtener detalles adicionales.

Es necesario sustituir los instrumentos que funcionan mal para poder llevar a cabo una supervisión exhaustiva y más fiable.

La presa de arena mostró un progreso significativo que hace surgir la necesidad de monitorear la arena ciclonada instalada para lo cual se recomienda la implementación de nuevos instrumentos lo antes posible.